



Filipa Alexandra Paula Beirão

Licenciada em Engenharia Química e Biológica

## **Avaliação dos teores em metais em produtos de origem vegetal enlatados**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia e  
Segurança Alimentar

Orientador: Professora Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz  
Fernando, Professora Auxiliar, FCT/UNL

Presidente: Prof. Doutora Maria Paula Amaro de Castilho Duarte

Arguente(s): Prof. Doutora Margarida Gomes Moldão Martins

Vogal: Prof. Doutora Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Setembro, 2013**

## **“Copyright”**

“Avaliação dos teores em metais em produtos de origem vegetal enlatados” © Filipa Alexandra Paula Beirão, FCT/UNL, UNL

“A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor”.

## Resumo

Neste trabalho pretende-se quantificar macro e micro elementos de cinco tipos de produtos de origem vegetal enlatados (ervilhas, tomate, milho, grão e feijão) e de cinco marcas para cada tipo de produto, comercializadas em Portugal, de forma a avaliar o fornecimento destes elementos por estes produtos na dieta alimentar. O tratamento das amostras foi realizado por digestão húmida e seca, para avaliar diferenças entre métodos de extracção, e digestão húmida dos líquidos de cobertura dos produtos de origem vegetal.

Foram encontrados os teores de minerais nos líquidos de cobertura destes alimentos. Os elementos que se encontram em maiores concentrações nos líquidos de cobertura, são o sódio (1286 - 6827 mg/L), o potássio (1766 - 3312 mg/L) e o fósforo (253 - 2422 mg/L). O chumbo e o cádmio, dois elementos contaminantes legislados, não foram detectados (feijão, grão, milho e tomate) ou os valores determinados são muito inferiores aos teores máximos permitidos (ervilhas).

Foram analisadas as concentrações obtidas em relação às doses diárias recomendadas (DDR's) descritas na bibliografia tendo-se verificado que os produtos vegetais analisados contêm maioritariamente 0,5-10% da DDR, em elementos minerais. O níquel representa o elemento mais deficitário nestes alimentos ( $\leq 0,1\%$  da DDR). O elemento maioritário (em termos de DDR) é o Cr que representa  $>12\%$  nas amostras. As ervilhas, o grão e o feijão podem fornecer teores em Mn, Cu e P que correspondem a  $>10\%$  da DDR, principalmente o grão em termos de Mn (40% da DDR) (digestão húmida). O tomate e o feijão podem também facultar teores em K que correspondem a 11-13% da DDR (digestão húmida). Os elementos contaminantes chumbo, cádmio e estanho não ultrapassam os valores máximos admissíveis em todas as amostras analisadas.

Verificou-se que existe uma tendência para diferenças entre marcas e/ou métodos, em termos dos elementos analisados, no número de amostras analisadas. Após análise estatística, pode-se concluir que a quantidade de elemento extraído pelos diferentes métodos depende dos elementos e da amostra. De uma maneira geral, com a digestão seca obtêm-se valores de concentração mais elevados do que a digestão húmida, pois na preparação das amostras para o método digestão húmida, o oxidante utilizado (ácido nítrico concentrado) tem um potencial oxidativo baixo e por isso, a decomposição da matéria orgânica pode não se dar por completo.

## Abstract

This paper aims to quantify macro and micro elements in five kinds of canned vegetable products (peas, tomatoes, corn, chick-peas and beans) and five marks for each type of product, marketed in Portugal, to assess the supply of these elements from these products in the diet. The treatment of the samples was done by wet and dry digestion, to evaluate differences among methods of extraction, and wet digestion of liquid covering of vegetables products.

We found the levels of minerals in liquid covering of these foods. The elements found in higher concentrations in liquid covering are sodium (1286-6827 mg/L), potassium (1766-3312 mg/L) and phosphorus (253-2422 mg/L). Lead and cadmium, two legislated contaminants were not detected (beans, chickpeas, corn and tomatoes) or the derived values are much lower than the maximum permitted (peas).

Concentrations obtained were analyzed in relation to recommended daily allowances (RDA's) described in the literature and it was found that the vegetable products analyzed contain mostly 0,5-10% of the RDA in mineral elements. Nickel is the element most deficient in these foods ( $\leq 0,1\%$  of RDA). The majority element (in terms of RDA) is Cr representing 12% in the samples. Peas, chickpeas and beans can provide Mn, Cu and P corresponding to  $> 10\%$  of RDA, especially chickpeas in terms of Mn (40% of RDA) (wet digestion). The tomatoes and beans may also provide K corresponding to 11-13% of the RDA (wet digestion). The contaminants lead, cadmium and tin do not exceed the maximum allowable values for all samples analyzed.

It was found that there are differences between marks and / or methods in terms of the elements analyzed. After statistical analysis, it can be concluded that the amount of element extracted by different methods depends on the elements and the sample. In general, with dry digestion concentration values obtained are higher than with wet digestion: by wet digestion method, the oxidant used (concentrated nitric acid) has a lower oxidative potential and therefore the decomposition of organic matter may not occur completely.

## Índice

Resumo.....	iii
Abstract .....	iv
Lista de Abreviaturas .....	viii
Índice de Figuras .....	ix
Índice de Tabelas .....	xii
<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 Conservação de produtos de origem vegetal.....	1
1.1.1 Respiração.....	1
1.1.2 Transpiração .....	3
1.1.3 Acção do Etileno.....	3
1.2 Manuseamento dos produtos de origem vegetal frescos. ....	5
1.3 Processo de conservação por enlatamento. ....	7
1.3.1 Recepção e Limpeza .....	7
1.3.2 Selecção .....	7
1.3.3 Preparação (Descasque) .....	8
1.3.4 Branqueamento e Arrefecimento .....	8
1.3.5 Acondicionamento .....	8
1.3.6 Exaustão e Cravação.....	8
1.3.7 Lavagem das latas .....	9
1.3.8 Esterilização e Arrefecimento .....	9
1.4 Alterações nutricionais dos alimentos enlatados face aos produtos frescos .....	10
1.5 Minerais.....	12
1.5.1 Sódio e Potássio.....	12
1.5.2 Cálcio.....	14
1.5.3 Fósforo .....	14

1.5.4	Magnésio .....	15
1.5.5	Ferro .....	16
1.5.6	Cobre .....	17
1.5.7	Manganês .....	18
1.5.8	Zinco .....	18
1.5.9	Alumínio .....	19
1.5.10	Níquel .....	20
1.5.11	Cobalto .....	20
1.5.12	Crómio .....	21
1.5.13	Chumbo .....	21
1.5.14	Cádmio .....	22
1.5.15	Estanho .....	23
1.6	Doses Diárias Recomendadas, Valores Máximos recomendáveis e Valores Máximos Admissíveis. ....	24
1.7	Espectrometria de Absorção Atómica (EAA) .....	25
1.8	Objectivo do Estudo .....	29
<b>2</b>	<b>Materiais e métodos .....</b>	<b>31</b>
2.1	Materiais .....	31
2.2	Métodos .....	31
2.2.1	Volume, massa, pH e Condutividade .....	31
2.2.2	Digestão dos líquidos (Bagdatlioglu, 2010) .....	31
2.2.3	Digestão Húmida (Bagdatlioglu, 2010) .....	32
2.2.4	Determinação da Humidade .....	32
2.2.5	Determinação de cinza .....	32
2.2.6	Digestão Seca (Vandecasteele e Block, 1993) .....	32
2.2.7	Determinação do fósforo .....	33
<b>3.</b>	<b>Resultados e Tratamento de Resultados .....</b>	<b>34</b>
3.1	Análise e discussão dos teores em minerais nos alimentos enlatados estudados .....	37

3.1.1	Líquidos de cobertura .....	37
3.1.2	Digestão seca e húmida dos alimentos .....	47
<b>4.</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>65</b>
<b>5.</b>	<b>Bibliografia.....</b>	<b>67</b>
<b>6.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>72</b>
6.1	Resultados .....	72
6.2	Amostras .....	87

## Lista de Abreviaturas

**ATP** - Adenosina trifosfato

**CE** - Comunidade Europeia

**DDR** – Dose Diária Recomendada

**EAA** – Espectrometria de Absorção Atómica

**FAAS** – Espectrometria de Absorção Atómica de Chama

**FAO** – Food and Agriculture Organization

**HNO<sub>3</sub>** – Ácido Nítrico

**JECFA** – Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

**OMS** – Organização Mundial de Saúde

**SCF** – Scientific Committee on Food

**SNC** – Sistema Nervoso Central

**VMA** – Valor Máximo Admissível

**VMR** – Valor Máximo Recomendado



## Índice de Figuras

**Figura 1.1:** Processo de fabrico de hortícolas em conserva.

**Figura 1.2:** Constituição do Espectrofotómetro de absorção atómica.

**Figura 1.3:** Esquema de uma lâmpada de cátodo-oco.

**Figura 1.4:** Constituição do Espectrofotómetro de absorção atómica de chama.

**Figura 1.5:** Representação das exportações e importações de produtos hortícolas (excepto batatas), conservadas, excepto em vinagre ou em ácido acético, incluindo pratos preparados.

**Figura 1.6:** Representação gráfica de produção de produtos hortícolas (excepto batatas), conservadas, excepto em vinagre ou em ácido acético, incluindo pratos preparados; tomate inteiro ou pedaços, feijão e ervilhas, em conservas, excepto pratos preparados de produção hortícolas e conservados em vinagre ou ácido acético.

**Figura 3.1:** Representação gráfica da concentração média de minerais (magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca) e fósforo (P)) para 5 marcas de ervilhas, no líquido de cobertura.

**Figura 3.2:** Representação gráfica da concentração média de minerais (zinco (Zn), alumínio (Al), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e estanho (Sn)) para 5 marcas de ervilhas, no líquido de cobertura.

**Figura 3.3:** Representação gráfica da concentração média de minerais (níquel (Ni), chumbo (Pb), crómio (Cr), cádmio (Cd) e cobalto (Co)) para 5 marcas de ervilhas, no líquido de cobertura.

**Figura 3.4:** Representação gráfica da concentração média de minerais (magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca) estanho (Sn) e fósforo (P)) para 5 marcas de tomate, no líquido de cobertura.

**Figura 3.5:** Representação gráfica da concentração média de minerais (zinco (Zn), alumínio (Al), ferro (Fe), manganês (Mn) e cobre (Cu)) para 5 marcas de tomate, digestão, no de cobertura.

**Figura 3.6:** Representação gráfica da concentração média de minerais (níquel (Ni), chumbo (Pb), crómio (Cr), cádmio (Cd) e cobalto (Co)) para 5 marcas de tomate, no líquido de cobertura.

**Figura 3.7:** Representação gráfica da concentração média de minerais (magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca) e fósforo (P)) para 5 marcas de milho, no líquido de cobertura.

**Figura 3.8:** Representação gráfica da concentração média de minerais (zinco (Zn), alumínio (Al), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e estanho (Sn)) para 5 marcas de milho, no líquido de cobertura.

**Figura 3.9:** Representação gráfica da concentração média de minerais (níquel (Ni), chumbo (Pb), crómio (Cr), cádmio (Cd) e cobalto (Co)) para 5 marcas de milho, no líquido de cobertura.

**Figura 3.10:** Representação gráfica da concentração média de minerais (magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca) e fósforo (P)) para 5 marcas de grão, no líquido de cobertura.

**Figura 3.11:** Representação gráfica da concentração média de minerais (zinco (Zn), alumínio (Al), ferro (Fe) e manganês (Mn)) para 5 marcas de grão, no líquido de cobertura.

**Figura 3.12:** Representação gráfica da concentração média de minerais (níquel (Ni), chumbo (Pb), cobre (Cu), cádmio (Cd), cobalto (Co) e estanho (Sn)) para 5 marcas de grão, no líquido de cobertura.

**Figura 3.13:** Representação gráfica da concentração média de minerais (magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca) e fósforo (P)) para 5 marcas de feijão, no líquido de cobertura.

**Figura 3.14:** Representação gráfica da concentração média de minerais (zinco (Zn), alumínio (Al), ferro (Fe) e manganês (Mn)) para 5 marcas de feijão, no líquido de cobertura.

**Figura 3.15:** Representação gráfica da concentração média de minerais (níquel (Ni), chumbo (Pb), cobre (Cu), crómio (Cr), cádmio (Cd), cobalto (Co) e estanho (Sn)) para 5 marcas de feijão, no líquido de cobertura.

**Figura 3.16:** Representação gráfica das percentagens de metais (magnésio (Mg), potássio (K), zinco (Zn), cálcio (Ca), alumínio (Al), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), crómio (Cr), fósforo (P) e sódio (Na) e níquel (Ni)) por dose nas ervilhas em relação à dose recomendada.

**Figura 3.17:** Representação gráfica das percentagens de metais (chumbo (Pb), cádmio (Cd) e estanho (Sn)) por valor máximo admissível nas ervilhas em relação ao valor máximo admissível.

**Figura 3.18:** Representação gráfica das percentagens de metais (potássio (K), manganês (Mn), cobre (Cu), crómio (Cr), fósforo (P), magnésio (Mg), Zinco (Zn), cálcio (Ca), alumínio (Al), ferro (Fe), níquel (Ni) e sódio (Na)) por dose no tomate em relação à dose diária recomendada.

**Figura 3.19:** Representação gráfica das percentagens de metais (chumbo (Pb), cádmio (Cd) e estanho (Sn)) por valor máximo admissível no tomate em relação ao valor máximo admissível.

**Figura 3.20:** Representação gráfica das percentagens de metais (magnésio (Mg), potássio (K), zinco (Zn), alumínio (Al), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), crómio

(Cr), fósforo (P), sódio (Na), cálcio (Ca) e níquel (Ni)) por dose no milho em relação à dose diária recomendada.

**Figura 3.21:** Representação gráfica das percentagens de metais (chumbo (Pb), cádmio (Cd) e estanho (Sn)) por valor máximo admissível no milho em relação ao valor máximo admissível.

**Figura 3.22:** Representação gráfica das percentagens de metais (magnésio (Mg), zinco (Zn), cálcio (Ca), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), crómio (Cr), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), níquel (Ni) e alumínio (Al)) por dose no grão em relação à dose diária recomendada.

**Figura 3.23:** Representação gráfica das percentagens de metais (chumbo (Pb), cádmio (Cd) e estanho (Sn)) por valor máximo admissível no grão em relação ao valor máximo admissível.

**Figura 3.24:** Representação gráfica das percentagens de metais (magnésio (Mg), potássio (K), zinco (Zn), cálcio (Ca), alumínio (Al), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), crómio (Cr), fósforo (P), sódio (Na) e níquel (Ni)) por dose no feijão em relação à dose diária recomendada.

**Figura 3.25:** Representação gráfica das percentagens de metais (chumbo (Pb), cádmio (Cd) e estanho (Sn)) por valor máximo admissível no feijão em relação ao valor máximo admissível.

**Figura 6.1:** Ervilhas e líquido de cobertura.

**Figura 6.2:** Tomate e líquido de cobertura.

**Figura 6.3:** Milho e líquido de cobertura.

**Figura 6.4:** Grão e líquido de cobertura.

**Figura 6.5:** Feijão e líquido de cobertura.

## Índice de Tabelas

**Tabela 1.1:** Taxa de respiração para produtos hortofrutícolas.

**Tabela 1.2:** Perda de água admissível para alguns produtos hortícolas.

**Tabela 1.3:** Sensibilidade ao etileno de alguns produtos hortícolas.

**Tabela 1.4:** Macro e Micro elementos.

**Tabela 1.5:** Doses diárias, valores máximos recomendáveis e admissíveis para os metais estudados.

**Tabela 1.6:** Concentrações em mg/Kg de tomate, das 4 espécies de tomate analisadas.

**Tabela 2.1:** Marcas analisadas para cada produto enlatado.

**Tabela 3.1:** Volume líquido de cobertura, massa fresca, pH e condutividade do líquido de conservação, lidos a  $20 \pm 1$  °C, teor em peso seco e de cinza, em matéria seca, das ervilhas enlatadas.

**Tabela 3.2:** Volume líquido de cobertura, massa fresca, pH e condutividade do líquido de conservação, lidos a 20 °C, teor em peso seco e de cinza, em matéria seca, do tomate enlatado.

**Tabela 3.3:** Volume líquido de cobertura, massa fresca, pH e condutividade do líquido de conservação, lidos a  $16 \pm 3$  °C, teor em peso seco e de cinza, em matéria seca, do milho enlatado.

**Tabela 3.4:** Volume líquido de cobertura, massa fresca, pH e condutividade do líquido de conservação, lidos a  $22 \pm 2$  °C, teor em peso seco e de cinza, em matéria seca, do grão enlatado.

**Tabela 3.5:** Volume líquido de cobertura, massa fresca, pH e condutividade do líquido de conservação, lidos a 20 °C, teor em peso seco e de cinza, em matéria seca, do feijão enlatado.

**Tabela 3.6:** Marca e líquido do alimento onde se encontram maiores concentrações de cada mineral.

**Tabela 3.7:** Quantidade de sódio presente nos rótulos e quantidades obtidas para os dois métodos, em g de sódio/100 g de ervilhas.

**Tabela 3.8:** Quantidade de sódio presente nos rótulos e quantidades obtidas para os dois métodos, em g de sódio/100 g de tomate.

**Tabela 3.9:** Quantidade de sódio presente nos rótulos e quantidades obtidas para os dois métodos, em g de sódio/100 g de milho.

**Tabela 3.10:** Quantidade de sódio presente nos rótulos e quantidades obtidas para os dois métodos, em g de sódio/100 g de grão.

**Tabela 3.11:** Quantidade de sódio presente nos rótulos e quantidades obtidas para os dois métodos, em g de sódio/100 g de feijão.

**Tabela 3.12:** Média dos minerais para cada alimento, para os dois métodos utilizados, digestão húmida e seca, em (mg/Kg).

**Tabela 3.13:** Doses, em gramas, encontradas nos rótulos para cada um dos alimentos estudados.

**Tabela 3.14:** Diferenças entre marcas, apresentando o seu valor maior e menor e diferença entre métodos dos vários minerais, apresentando o tipo de digestão e seu valor correspondente, para as ervilhas.

**Tabela 3.15:** Diferenças entre marcas, apresentando o seu valor maior e menor e diferença entre métodos dos vários minerais, apresentando o tipo de digestão e seu valor correspondente, para o tomate.

**Tabela 3.16:** Diferenças entre marcas, apresentando o seu valor maior e menor e diferença entre métodos dos vários minerais, apresentando o tipo de digestão e seu valor correspondente, para o milho.

**Tabela 3.17:** Diferenças entre marcas, apresentando o seu valor maior e menor e diferença entre métodos dos vários minerais, apresentando o tipo de digestão e seu valor correspondente, para o grão.

**Tabela 3.18:** Diferenças entre marcas, apresentando o seu valor maior e menor e diferença entre métodos dos vários minerais, apresentando o tipo de digestão e seu valor correspondente, para o feijão.

**Tabela 6.1:** Valores médios de concentração dos minerais nos líquidos de cobertura das ervilhas, em mg/L e respectivos desvios padrões.

**Tabela 6.2:** Valores médios de concentração dos minerais das ervilhas após digestão húmida, em mg/Kg e respectivos desvios padrões

**Tabela 6.3:** Valores médios de concentração dos minerais das ervilhas após digestão seca, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

**Tabela 6.4:** Valores médios de concentração dos minerais nos líquidos de cobertura do tomate, em mg/L. e respectivos desvios padrões.

**Tabela 6.5:** Valores médios de concentração dos minerais no tomate após digestão húmida, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

**Tabela 6.6:** Valores médios de concentração dos minerais no tomate após digestão seca, em mg/Kg. e respectivos desvios padrões.

**Tabela 6.7:** Valores médios de concentração dos minerais nos líquidos de cobertura do milho, em mg/L e respectivos desvios padrões.

**Tabela 6.8:** Valores médios de concentração dos minerais no milho após digestão húmida, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

**Tabela 6.9:** Valores médios de concentração dos minerais no milho após digestão seca, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

**Tabela 6.10:** Valores médios de concentração dos minerais nos líquidos de cobertura do grão, em mg/L e respectivos desvios padrões.

**Tabela 6.11:** Valores médios de concentração dos minerais no grão após digestão húmida, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

**Tabela 6.12:** Valores médios de concentração dos minerais no grão após digestão seca, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

**Tabela 6.13:** Valores médios de concentração dos minerais nos líquidos de cobertura do feijão, em mg/L e respectivos desvios padrões.

**Tabela 6.14:** Valores médios de concentração dos minerais no feijão após digestão húmida, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

**Tabela 6.15:** Valores médios de concentração dos minerais no feijão após digestão seca, em mg/kg e respectivos desvios padrões.

## 1. Introdução

### 1.1 Conservação de produtos de origem vegetal

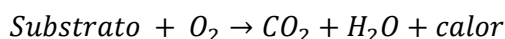
Hoje em dia, em relação aos produtos de origem vegetal existe um distanciamento temporal entre a sua produção e consumo, sendo por isso a sua conservação muito importante. No manuseamento de produtos de origem vegetal a grande questão é a conservação da qualidade destes produtos, pois estes são produtos muito perecíveis, sendo necessário a manutenção da sua aparência fresca, desde a colheita até ao consumidor final. A qualidade dos produtos de origem vegetal prende-se com a aparência, textura, sabor, cheiro e valor nutritivo, todos estes elementos dependem do consumidor. A perda da qualidade destes produtos deve-se a processo de degradação naturais, a danos mecânicos que ocorrem no produto durante a colheita por exemplo, a doenças e pragas e a contaminação microbiana (Pinto e Morais, 2000; Almeida, 2005; Fonseca e Morais, 2000).

Os produtos de origem vegetal sendo muito perecíveis é importante a sua preservação por vários processos de conservação, esta conservação começa na colheita e estende-se até ao consumidor final. Devido ao melhoramento dos processos de conservação, conseguimos ter uma dieta mais rica e equilibrada. Uma vantagem dos processos de conservação é a disponibilidade dos produtos por mais tempo e fora da sua época normal, conseguindo desta forma adquirirmos produtos mais variados, com qualidade e em perfeitas condições (Pinto e Morais, 2000; Almeida, 2005; Freitas e Figueiredo, 2000).

Os produtos de origem vegetal são constituídos por tecidos vivos que sofrem alterações ao longo do tempo. Estas alterações podem ser desejáveis ou indesejáveis para o consumidor, pois podem diminuir a qualidade ou perda do produto. Estas alterações são naturais e impossíveis de impedir, podemos é recorrer a processos de conservação pós-colheita que vão retardar estas transformações. Os principais factores biológicos responsáveis por estas alterações são: a respiração, transpiração e acção do etileno (Pinto e Morais, 2000; Almeida, 2005).

#### 1.1.1 Respiração

A respiração é o processo biológico onde os materiais orgânicos (hidratos de carbono), são sintetizados em produtos mais simples, com libertação do calor. Nesta reacção é produzido dióxido de carbono e água e consumido oxigénio (Pinto e Morais, 2000).



Depois da colheita, é impossível os produtos de origem vegetal restituírem os hidratos de carbono e água. Os hidratos de carbono, durante a respiração, vão ser utilizados até se esgotarem, seguindo-se a senescência e a morte dos tecidos. Há a redução do valor nutritivo, perda de sabor, perda de peso, com a perda destes materiais orgânicos. A respiração é medida pela taxa de respiração e representa a degradação dos hortícolas. A taxa respiratória e a longevidade na pós-colheita é inversamente proporcional, ou seja taxas de respiração elevada, tempo de conservação curto. Os produtos hortícolas são os produtos com taxas de respiração mais elevadas, tal como podemos ver na tabela 1.1 (Pinto e Moraes, 2000; Almeida, 2005).

Tabela 1.1: Taxa de respiração para alguns produtos hortofrutícolas (Adaptado de Pinto e Moraes, 2000; Almeida, 2005).

Taxa de respiração	Produto
Muito reduzida	Noz, frutos e vegetais secos.
Reduzida	Maçã, limão, uva, kiwi, alho, cebola, batata.
Moderada	Pêssego, banana, cereja, alperce, nectarina, pêra, ameixa, figo, couve, cenoura, alface, tomate.
Elevada	Morango, abacate, amora, framboesa, couve flor.
Muito elevada	Feijão rasteiro, couve de bruxelas.
Extremamente elevada	Espargos, brócolos, cogumelos, ervilhas, espinafre, milho-doce.

Existem alguns factores tanto internos como externo (ambientais) que vão afectar a respiração. Pode dizer-se que a respiração está ligada à perecibilidade apresentada pelo produto, por isso é importante conhecer estes factores de forma a se poder prevenir a sua degradação. Estes factores são (Almeida, 2005):

- Factores internos: Espécie, factores pré-colheita e fase de desenvolvimento do produto.
- Factores externos (ambientais): Temperatura, composição atmosférica, stress físico.



### 1.1.2 Transpiração

A transpiração é a água que é evaporada dos tecidos, no entanto os frutos, após separação da planta mãe, não conseguem repor a água perdida. Devido a esta questão da impossibilidade de reposição de água, o produto perde peso, a sua aparência e textura mudam (amolece, perde sumo) estas perdas podem levar a que o consumidor rejeite o produto. As características morfológicas, a relação superfície/volume, danos na epiderme, estado de maturação e factores ambientais com a temperatura, a humidade relativa, a velocidade do ar e a luz afectam a transpiração. Existem limites da quantidade de água que os produtos de origem vegetal podem perder, sem que a sua qualidade seja posta em causa (Pinto e Morais, 2000; Almeida, 2005). Na tabela 1.2 encontram-se os valores admissíveis da perda de água de alguns produtos de origem vegetal.

Tabela 1.2: Perda de água admissível para alguns produtos de origem vegetal (adaptado de Almeida, 2005).

Produto	Perda de água admissível (% do peso inicial)
Feijão-verde	41
Milho-doce	7
Tomate	4-7
Ervilha-de-quebrar	5

Para minorar as perdas de água, pode-se tomar algumas medidas, tais como (Almeida, 2005):

- Reduzir a temperatura;
- Aumentar a humidade relativa;
- Impedir o movimento de ar
- Minimizar as diferenças de temperatura;
- Arrefecimento rápido logo após colheita.

### 1.1.3 Acção do Etileno

A hormona natural, etileno ( $C_2H_4$ ), regula o crescimento, desenvolvimento e senescência, esta hormona é proveniente do metabolismo das plantas. O etileno possui funções que dependem da espécie, do tecido e tipo de órgão e seu estágio de desenvolvimento. Na pós-colheita, o etileno pode ter efeitos desejáveis ou indesejáveis, dependendo do tipo de produto, os efeitos indesejáveis prendem-se com o rápido

amadurecimento dos produtos hortícolas. No entanto, utiliza-se o etileno para acelerar e uniformizar o amadurecimento e uniformizar a cor em citrinos. Os produtos podem ser classificados em climatéricos e não climatéricos, devido à sua sensibilidade ao etileno. Produto climatérico, o etileno tem a capacidade de amadurecer o produto ainda imaturo. No caso do produto não climatérico, a maturação não acontece, no entanto o etileno nestes produtos pode promover a pigmentação da epiderme (Pinto e Morais, 2000; Almeida, 2005; Fonseca e Morais, 2000).

Com a maturação, a incidência dos danos físicos, as doenças e com o aumento da temperatura, a taxa de produção de etileno aumenta. Em ambientes de oxigénio reduzido ( $< 8\%$ ) e/ou dióxido de carbono elevado ( $> 2\%$ ), ocorre a redução da taxa de produção de etileno. Na tabela 1.3, apresenta-se alguns produtos classificados como climatéricos e não climatéricos (Pinto e Morais, 2000).

Tabela 1.3: Sensibilidade ao etileno de alguns produtos de origem vegetal (Adaptado de Almeida, 2005).

Sensibilidade ao etileno	Produto
Elevada	Alface, brócolo, couve-de-bruxelas, couve-flor, couves de repolho, espinafre, hortaliças de folha, pepino, tomate
Moderada	Chicórias, cogumelos, ervilha, espargo, feijão-verde

Os três factores acima referidos, são os factores que levam a uma degradação mais ou menos rápida dos produtos, estes factores biológicos podem ser controlados e desta forma retardar as alterações indesejáveis, por factores ambientais. Os factores que são manipulados nos processos de conservação dos produtos de origem vegetal frescos são a temperatura, a humidade relativa e a composição da atmosfera circundante, controlando desta forma os produtos frescos, podemos garantir uma melhor qualidade dos produtos transformados (Morais e Pinto, 2000).

## 1.2 Manuseamento dos produtos de origem vegetal frescos.

Para que o processo de conservação dos produtos de origem vegetal seja um êxito, é necessário ter-se em conta factores que são anteriores à colheita, tais como a selecção das variedades dos hortícolas e toda a sua cultura até à apanha. É necessário ter em conta todos os factores entre a colheita e a sua conservação em frio, antes de ir para a indústria de transformação (Pinto e Moraes, 2000; Almeida, 2005).

A temperatura de armazenamento do produto de origem vegetal é um factor muito importante para a conservação deste. Após a colheita, deve-se diminuir a temperatura do produto o mais rapidamente possível de forma a diminuir a taxa de respiração, reduzir-se a perda de água por transpiração, reduzir a produção do etileno e diminuir outras formas de contaminação e reduzir a actividade enzimática, desta forma reduz-se a degradação da qualidade. A temperatura de conservação também não deve ser muito baixa, podendo provocar lesões pelo frio. Expor os produtos a temperaturas elevadas, vai acelerar o processo de deterioração e se outros factores forem constantes isto implica maior taxa de perda de água (Pinto e Moraes, 2000; Almeida, 2005, Fonseca e Moraes, 2000; Sigrist, 2002).

A velocidade do ar em volta dos produtos reduz a sua espessura da camada protectora do produto produzindo o efeito de perda de água do hortícola (Almeida, 2005).

É importante a manutenção de uma humidade relativa alta de forma a reduzir a perda de água, pois uma perda de água rápida pode ser uma perda na aparência, textura e peso. Uma atmosfera com uma humidade relativa baixa, maior será a capacidade do ar extrair água do produto e quanto maior a relação superfície/volume, maior a taxa de transpiração do produto de origem vegetal (Pinto e Moraes, 2000; Almeida, 2005, Fonseca e Moraes, 2000; Sigrist, 2002).

Na colheita, deve-se colher o produto num estado de maturação considerado óptimo para que o produto tenha as características que o consumidor deseja, alguns hortícolas são colhidos não totalmente desenvolvidos, como os pepinos e as ervilhas, no entanto existem alguns que têm de ser colhidos num estado de maturação mais avançado, como o caso do tomate (Pinto e Moraes, 2000; Fonseca e Moraes, 2000).

O manuseamento do produto durante a colheita é importante para que a conservação atinja um nível óptimo, pois se a colheita for executada precocemente ou tardiamente, podemos ter um produto com pouca qualidade, ou seja, colhida precocemente teremos um produto de origem vegetal com menos peso, maturação incompleta, e no caso de ser colhida tardiamente teremos menor capacidade de conservação, queda da fruta, aparecimento de partes podres. Para isto não se suceder, deve determinar-se o momento da colheita, designado de índice de maturação. Este

índice de maturação varia com a cultura e com a forma de produção. A colheita deve ser realizada com muito cuidado de forma a não deformar o produto, deve reduzir-se o número de manipuladores, utilizar sacos para transportar a fruta já colhida para evitar contaminações. Posteriormente, deve colocar-se o produto de origem vegetal nas câmaras de refrigeração de forma a conservar durante mais tempo (Pinto e Morais, 2000; Almeida, 2005).

Só desta forma é que se pode garantir um produto de qualidade e com as condições certas para a indústria de transformação, a qualidade do produto é influenciada pelo tipo de colheita, pois neste momento podem ocorrer danos mecânicos, deve ter-se em atenção a temperatura da polpa e o tempo até ao produto ser arrefecido (Almeida, 2005).

É importante não esquecer que a embalagem pode ajudar a proteger o produto de certos efeitos que podem prejudicar a qualidade do produto. Esta também pode ajudar a manter a humidade na atmosfera que envolve o produto, podendo desta forma evitar a sua transpiração e consequentemente a perda de peso. É preciso ter em especial atenção a temperatura de conservação do produto embalado, pois se a temperatura aumentar pode provocar contaminação microbológica e perda da qualidade deste.

### 1.3 Processo de conservação por enlatamento.

De forma a aumentar o tempo de vida útil do alimento e o tempo de conservação, as mudanças de temperatura podem atrasar a multiplicação microbiana, mas as gamas de temperatura e duração do tratamento térmico a escolher, dependem da espécie de microrganismo. Este tipo de método de conservação pode eliminar parcial ou totalmente os microrganismos. A conservação térmica tem como fim modificar o menos possível as propriedades do alimento e retarda o crescimento microbiano nestes (Frija, 2012).

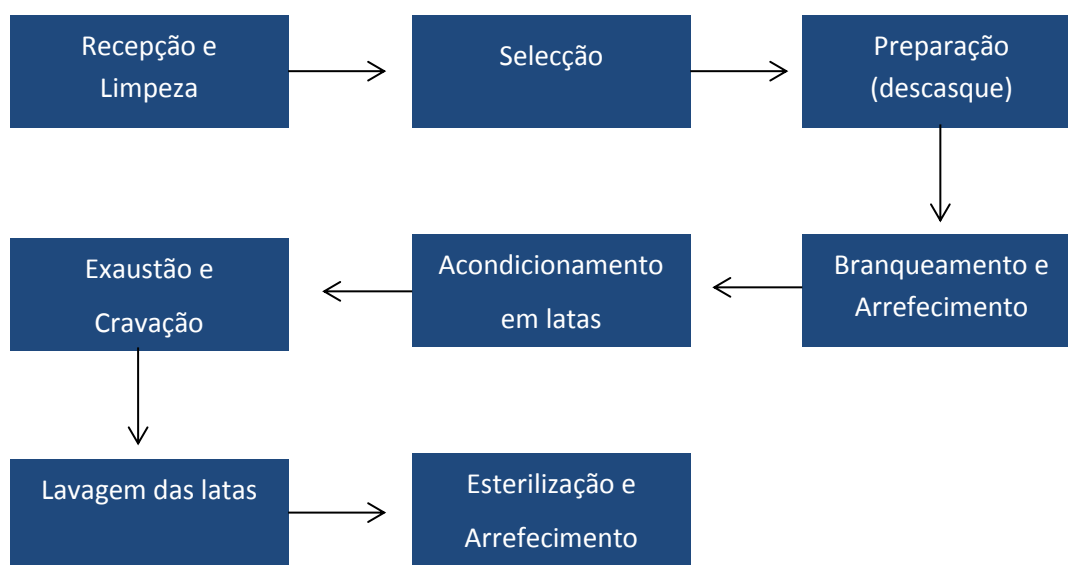


Figura 1.1: Processo de fabrico de hortícolas em conserva (Adaptado de <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch09/final/c9s08-1.pdf>).

#### 1.3.1 Recepção e Limpeza

Os produtos de origem vegetal, na recepção são examinados de forma a avaliar a sua qualidade. Nesta etapa ocorre uma limpeza e lavagem dos produtos recepcionados de forma a retirar areias que estejam mais agarradas e possíveis pesticidas (Krolow, 2006; Ferreira *et al.*, 2010; Rufino, 2012).

#### 1.3.2 Seleção

Nesta etapa são seleccionados e separados os produtos que apresentam podridão, manchas ou qualquer dano físico dos que estão em condições de serem processados. Também são separados por tamanho, nível de maturação e variedade (Krolow, 2006; Ferreira *et al.*, 2010; Rufino, 2012).

### 1.3.3 Preparação (Descasque)

No preparo, consoante a matéria-prima, é executado de maneira diferente, é feito descascamento por exemplo para o feijão, ervilhas e tomate e é retirada a palha e cabelo no caso do milho. Este preparo pode ser realizado de forma manual, por meio de raspagem ou corte da pele, poder ser feito com o auxílio de equipamento mecânico e por meio físico como água quente (Krolow, 2006; Ferreira *et al.*, 2010; Rufino, 2012; Hui *et al.*, 2006).

### 1.3.4 Branqueamento e Arrefecimento

O branqueamento consiste em colocar os vegetais em água à temperatura de 70-100°C, durante algum tempo que pode ir de alguns segundos a alguns minutos, após fervura estas são colocadas em água fria. O branqueamento pode ser antes ou depois do descasque. O objectivo do branqueamento é a inactivação das actividades enzimáticas, a uniformização da distribuição dos açúcares redutores, e manter uma cor uniforme (Krolow, 2006; Ferreira *et al.*, 2010; Rufino, 2012; Hui *et al.*, 2006).

### 1.3.5 Acondicionamento

Este acondicionamento é feito em latas e éstas são cobertas pelo líquido de conservação, podendo este ser sumo natural do produto ou não. Antes das embalagens serem cheias, deve-se assegurar que estas se encontram limpas e prontas para receber o produto. O objectivo desta etapa é a de manter o alimento fora do contacto com o ar (Krolow, 2006; Ferreira *et al.*, 2010; Rufino, 2012).

### 1.3.6 Exaustão e Cravação

Nesta etapa é retirado o ar que se encontra dentro da lata expondo a lata a um aquecimento, mecânico ou por aplicação de vácuo. O vácuo vai reduzir as possíveis oxidações, e evita elevadas pressões na etapa seguinte. As latas são fechadas num equipamento específico de forma a evitar a contaminação com microrganismos (Krolow, 2006; Ferreira *et al.*, 2010; Rufino, 2012; Hui *et al.*, 2006).

### 1.3.7 Lavagem das latas

Esta etapa tem como objectivo a retirada de possíveis resíduos que se encontrem na lata devido ao seu enchimento e cravação (Krolow, 2006; Ferreira *et al.*, 2010; Rufino, 2012; Hui *et al.*, 2006).

### 1.3.8 Esterilização e Arrefecimento

A esterilização é feita com o objectivo de destruir microrganismos, principalmente esporos de microrganismos patogénicos. Desta forma, as latas são sujeitas a um tratamento térmico em autoclave, durante um certo período de tempo. De seguida as latas são colocadas em água fria para evitar o escurecimento do produto (Krolow, 2006; Ferreira *et al.*, 2010; Rufino, 2012; Hui *et al.*, 2006).

A finalidade do enlatamento é garantir a segurança alimentar e a qualidade do produto e existem perigos que podem pôr em causa este fim, como é o caso do crescimento de agentes patogénicos. O *Clostridium botulinum* é a maior preocupação neste tipo de produtos no momento de selar a lata (Hui *et al.*, 2006).

#### 1.4 Alterações nutricionais dos alimentos enlatados face aos produtos frescos

A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda o consumo de legumes, pois estes consumidos em quantidades diárias suficientes podem prevenir doenças graves como doenças cardiovasculares e alguns tipos de cancro. A OMS/FAO recomendam um consumo mínimo diário de 400 g de frutas e legumes, excluindo tubérculos, como forma de prevenir doenças crónicas, como cancro, doenças cardiovasculares, diabetes e obesidade (<http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/en/>). Os vegetais fornecem nutrientes essenciais para a vida e outros compostos bioactivos que promovem a saúde e qualidade de vida, prevenindo doenças (Liu, 2003). Os produtos de origem vegetal são fonte natural de vitaminas, como vitamina A, B<sub>1</sub> (tiamina), B<sub>3</sub> (Niacina), B<sub>6</sub> (piridoxina), B<sub>9</sub> (ácido fólico), C e E, de minerais e fibras dietéticas, fornece ainda sais minerais, como ferro, cálcio, fósforo e potássio. A qualidade dos produtos de origem vegetal é afectada pelas condições climáticas, como temperatura e intensidade da luz, pelo tipo de cultura, e pelo tipo de solo, irrigação, fertilização e também pelo tempo entre a colheita e o processamento ou consumo (Kader, 2001; Kader et al., n.d.). Os produtos hortícolas contêm antioxidantes, os antioxidantes são um conjunto diverso de substâncias formadas por vitaminas, minerais, pigmentos naturais e outros compostos vegetais e, ainda, enzimas, que bloqueiam o efeito prejudicial dos radicais livres (<http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf>).

Os antioxidantes auxiliam na prevenção do desenvolvimento de doenças crónicas como o cancro, doenças cardiovasculares, doenças neuro-degenerativas como Parkinson e Alzheimer, envelhecimento celular, artrite reumatóide e cataratas. O stress oxidativo ocorre quando a produção de radicais livres, está além da capacidade protectora das defesas antioxidantes (<http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf>). Os vegetais possuem quantidades de fitoquímicos bioactivos que podem reduzir o risco de doenças crónicas (Liu, 2003).

Os minerais em condições normais são estáveis. De acordo com o processo a que são submetidos, estes podem ganhar ou perder os seus minerais (Rickman *et al.*, 2007).

Há 75 anos que existem artigos que afirmam que nas etapas de processamento de enlatados como a lavagem, descasque e branqueamento, há perdas de nutrientes que são solúveis em água e que os tratamentos térmicos efectuados são prejudiciais para nutrientes sensíveis ao calor, como o caso da vitamina C e vitamina B<sub>1</sub> (Tiamina). A vitamina C, é sensível ao calor e é destruída a temperaturas altas (Rickman *et al.*, 2007).

Com o tratamento térmico, os produtos enlatados podem ter uma perda de nutrientes, no entanto estes estabilizam durante o armazenamento devido à falta de oxigénio. Os vegetais frescos perdem nutrientes mais depressa do que os produtos



enlatados. O armazenamento e as condições de cozimento vão influenciar o conteúdo final de nutrientes no produto (Rickman *et al.*, 2007). Durante o processamento, armazenamento e cozimento, há perda de nutrientes, mas esta perda não é significativa para a nutrição humana, um exemplo disso é o caso das cenouras que perdem grandes quantidades de vitamina C durante a transformação, mas as cenouras frescas também não são boa fonte de vitamina C, por isso a perda não é significativa (Rickman *et al.*, 2007).

Em relação às vitaminas do complexo B, a vitamina B<sub>2</sub> e B<sub>6</sub> são sensíveis à luz e a temperaturas altas e por isso no tratamento térmico estas perdem-se. No caso da vitamina A e E a sua perda ocorre se o aquecimento for feito na presença de oxigénio. Apesar destas perdas iniciais com o tratamento térmico, durante o armazenamento estes são relativamente estáveis. Os tomates em conserva apresentam maior teor de beta-caroteno do que o tomate fresco (Rickman *et al.*, 2007).

Os vegetais de conserva apresentam maior quantidade de sódio, do que os vegetais frescos, pois este muitas vezes é adicionado para potenciar o sabor e a cor e ainda controlar o desenvolvimento de microrganismos (Nistor *et al.*, 2010 e Rickman *et al.*, 2007). Estes produtos, têm elevados teores de cálcio e outros minerais, pois estes absorvem nutrientes que se encontram presentes na água que é utilizada no processamento. Em algumas indústrias de tomate também adicionam cálcio para minimizar o amolecimento do tomate. Em vegetais em conserva, há uma redução do teor de potássio, mas o ferro poderá aumentar quando embalados em latas de aço, o cobre diminui ao reagir com o estanho presente na embalagem (Rickman *et al.*, 2007).

O aumento de alguns minerais pode ser um ponto positivo ou negativo, dependendo do tipo de mineral e da quantidade adicionada de alguns deles. Os minerais são estáveis nos produtos frescos, e quando estes são cozinhados em casa a sua perda nutricional é maior (Rickman *et al.*, 2007), por essa razão quando estes são processados são adicionados minerais para compensar essa perda.

Após análise das características apresentadas anteriormente pode-se dizer que os produtos enlatados podem ser uma alternativa para os consumidores que não têm acesso fácil a vegetais frescos, ou que preferem estes produtos pela sua facilidade de consumo, por já virem pré-cozinhados e preparados. Estes produtos enlatados possuem uma vida útil mais longa do que os frescos e estes não perdem o seu valor nutricional tão rapidamente por estarem protegidos e conservados, além disso os produtos enlatados encontram-se mais protegidos das contaminações microbiológicas se bem preparados (Miller e Knudson, 2012).

## 1.5 Minerais

Os minerais são substâncias inorgânicas que se encontram nos tecidos e fluídos do corpo e estes são necessários para a manutenção de certos processos físico-químicos que são essenciais para a vida (Soetan *et al.*, 2010).

Os minerais são compostos químicos utilizados pelo corpo, no entanto, não produzem energia, mas desempenham um papel importante em muitas actividades do corpo. Os minerais podem ser classificados como macro e micro elementos (Soetan *et al.*, 2010). Os minerais, em relação às quantidades em que existem nos alimentos e em que são usados pelo organismo separam-se em dois grupos, tal como se pode ver na tabela 1.4 (Ferreira, 1994).

Tabela 1.4: Macro e Micro elementos (Adaptado de Ferreira, 1994).

Macroelementos	Magnésio, Cálcio, Sódio, Potássio e Fósforo
Microelementos	Ferro, Cobalto, Zinco, Cobre, Manganês, Níquel, Alumínio, Estanho, Chumbo, Arsénio, Cadmio e Crómio.

As deficiências de nutrientes é um problema importante de saúde pública. Os minerais são compostos essenciais para o organismo, é necessário que exista um equilíbrio nas quantidades ingeridas para o seu bom funcionamento (Soetan *et al.*, 2010). A biodisponibilidade dos minerais é afectada pelas interacções entre os minerais que podem ocorrer de forma directa ou indirecta. As interacções directas são fenómenos que ocorrem durante a absorção de um elemento, por outro lado, as interacções indirectas ocorrem quando um mineral afecta um outro e por isso, a falta de um deles vai ter consequências para a função do outro (Oliveira *et al.*, 2007).

### 1.5.1 Sódio e Potássio

Nos vegetais, a quantidade de potássio é superior às quantidades de sódio. A sua absorção dá-se no intestino delgado, onde chegam na forma de cloretos e fosfatos. A absorção do sódio é mais rápida que a absorção de potássio (Ferreira, 1994). O sódio e o potássio são importantes para o equilíbrio electrolítico (Millikan, 2012).

A relação do sódio para a saúde é de extrema importância, pois para além da ingestão de cloreto de sódio (sal de cozinha) e do sódio que faz parte dos alimentos, em

resultados da preparação culinária e hábitos alimentares e também da industrialização de muitos alimentos.

Os efeitos da ingestão excessiva de sódio, mostram que a expulsão do excesso de sódio para fora das células e as trocas através das membranas das células, necessita de gastar muita energia ao longo do tempo e modifica outros mecanismos funcionais, desencadeando perturbações do tipo da hipertensão arterial (Ferreira, 1994 e Sarno, 2010), doenças cardiovasculares (Sarno, 2010 e Soetan *et al.*, 2010), acidente vascular cerebral, hipertrofia ventricular esquerda, independentemente ou associadas com a elevação da pressão arterial, neoplasia do estômago, osteoporose, asma e obesidade. Estima-se que 30% da hipertensão está relacionada com o consumo excessivo de cloreto de sódio, estando os restantes 70% relacionados com factores genéticos, excesso de peso e o consumo baixo de potássio. Indivíduos normotensos são classificados como resistentes ao sal (Sarno, 2010).

A pressão sanguínea é influenciada, por si só, pelo aumento da ingestão de sódio. Em todas as pessoas sensíveis ao excesso de sal, a ingestão de quantidades elevadas de sódio ao longo do tempo leva ao desenvolvimento de hipertensão. Em populações em que a sua alimentação é feita à base de alimentos frescos e naturais, ingestões de sódio inferior a 1,74 g de cloreto de sódio, não têm hipertensão e não apresentam qualquer sinal de subida de tensão arterial com a idade. Os efeitos resultantes do consumo elevado de sódio (pressão arterial) são modificados com o aumento da ingestão de potássio, mas não são eliminados (Ferreira, 1994).

O potássio é o principal catião no fluido intracelular que contribui para o metabolismo e para a síntese de proteínas e de glicogénio, a regulação da pressão osmótica, a condução do impulso nervoso, contracção do músculo particularmente do músculo cardíaco, a função da membrana celular (Soetan *et al.*, 2010 e <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

A hipercaliemia, elevado nível de potássio sanguíneo, pode levar ao aparecimento da doença de Addison, também conhecida por insuficiência supra-renal crónica, choque e desidratação. Hipocaliemia, baixo nível de potássio sanguíneo, leva a diarreia, alcalose metabólica e paralisia periódica familiar (Soetan *et al.*, 2010).

A carência de sódio, provoca a redução de peso ou paragem de crescimento, perturbações oculares, perda de apetite, lesões cutâneas e desnutrição. Doença ou sintomas de toxicidade incluem dilatação do coração, paragem cardíaca, úlceras no intestino delgado (Soetan, *et al.*, 2010). O defice de sódio pode leva a sintomas como dores de cabeça, náuseas, vomitos, câibra muscular, fadiga e desorientação (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

### 1.5.2 Cálcio

O cálcio é um macroelemento essencial, é o mineral mais abundante do organismo dos quais 90% estão no esqueleto, encontra-se presente em todos os tecidos e órgãos e também se encontra em todos os alimentos vegetais e animais (Ferreira, 1994 e <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>). Este elemento, é essencial em funções biológicas como coagulação sanguínea, transmissão de impulso nervoso ou sináptico, contracção muscular e suporte estrutural do esqueleto (Pereira *et al.*, 2009; Soetan *et al.*, 2010 e Millikan, 2012), é também importante para o relaxamento do sistema nervoso central (Millikan, 2012 ). No caso de carência de cálcio na dieta, pode observar-se o aparecimento de doenças como osteoporose, devido à sua falta nos ossos e uma anomalia do metabolismo do cálcio. Para actuar na absorção de cálcio, dificilmente se consegue ministrar os factores internos como o caso do equilibrio hormonal, mas é possível actuar sobre os factores externos, como o fósforo, magnésio, luz solar ou a composição alimentar, exemplo disto é ao excesso de proteína que aumenta a eliminação de cálcio através da urina (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf> , Pereira *et al.*, 2009). A absorção de cálcio é menos acentuada no envelhecimento e mais durante o crescimento, na gestação/lactação e na carência de cálcio ou fósforo na alimentação. O leite de bovino é o alimento que mais cálcio contém, mas outros alimentos, como outros leites e alguns vegetais se consumidos nas quantidades certas, podem ser uma alternativa. Alimentos ricos em ácido oxálico e fitico mostram menor absorção de cálcio, por outro lado alimentos ricos em glícidos têm maior absorção (Buzinaro *et al.*, 2006).

A redução da taxa de cálcio ao nível osseo, pode dar-se na descalcificação, como raquitismo, pode retardar o crescimento, pode levar ao aparecimento de doenças cónicas como a osteoporose, cancro da cólon, hipertensão arterial e obesidade. Este deficit de cálcio deve-se mais frequentemente à falta de vitamina D que é essencial para a sua absorção pelos ossos. Por outro lado, o aumento do cálcio no sangue pode levar à formação de cálculos renais, perda de apetite, sonolência, fraqueza muscular e palpitações (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf> , Pereira *et al.*, 2009 e Soetan *et al.*, 2010). A DDR para o cálcio é de 800 mg (Decreto-Lei nº 54/2010), mas pode aumentar no periodo de crescimento, na gravidez e aleitamento.

### 1.5.3 Fósforo

O fósforo é um nutriente essencial que se encontra largamente distribuido pela natureza, este mineral é importante para os processos metabólicos e está localizado em em todas as células do organismo. Grande parte do fósforo encontra-se no esqueleto,

combinado com o cálcio, nos músculos, tecidos moles, (Oliveira *et al.*, 2007; Soetan *et al.*, 2010 e <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>) é um constituinte da adenosina trifosfato (ATP) podendo desta forma a célula ter reservas energéticas, exerce também um papel estrutural das células, fazendo parte dos fosfolípidos que constituem a parede celular (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf> e Soetan *et al.*, 2010). Desta forma, pode-se dizer que muitas fontes alimentares são fontes de fósforo (Oliveira *et al.*, 2007 e <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

O fósforo, tal como o cálcio é influenciado pela vitamina D e pela hormona paratiroide que regula as quantidades de cálcio e fósforo nos ossos e sangue. E desta forma, existe um equilíbrio entre o cálcio e o fósforo as quantidades destes dois minerais na alimentação devem ter uma proporção de 1:1 (Oliveira *et al.*, 2007 e <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

A carência de fósforo pode ser causada por perdas de fósforo no curso da alimentação, como jejuns, desnutrição prolongadas, de origem digestiva (diarreias, vômitos) (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>). A excreção pelos rins é maior quando existe um defice de vitamina D, em doenças como raquitismo e hiperparatiriodismo (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf> e Soetan *et al.*, 2010). Esta deficiência em fósforo pode ocorrer em doentes e recém-nascidos que têm uma alimentação parenteral, em doentes hepáticos, etc. Os sintomas são anorexia, anemia, fraqueza muscular, dor nos ossos e raquitismo (EFSA, 2005).

#### 1.5.4 Magnésio

O magnésio é um macronutriente importante em algumas reacções celulares, cerca de 300 sistemas enzimáticos utilizam o magnésio como co-factor das suas reacções (Reis *et al.*, 2002; <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>, Amorim e Tirapegui, 2008; Félix, n.d). Este elemento, tem uma função importante em reacções que dependem da adenosina trifosfato (Amorim e Tirapegui, 2008; Félix, n.d). Este elemento tem uma função importante na prevenção de espasmos musculares, no sistema imunitário, síntese de proteínas, gordura e ácidos nucleicos (Millikan, 2012). O magnésio nos ossos é fixado sobre a forma de bicarbonatos e fosfatos, outra parte deste encontra-se na composição da massa molecular, e uma ínfima parte está presente no sangue, ligada às proteínas (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

Têm sido demonstradas através de pesquisas científicas que, variações mínimas na concentração de magnésio nas células, pode influenciar o crescimento celular e o metabolismo e é um elemento importante para a função cardíaca (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>). O magnésio está distribuído em dois tipos de compartimentos, os de troca lenta, como é o caso dos ossos e músculos, e os de troca rápida, coração,

figado, intestino e pele. Caso a sua ingestão seja equilibrada, este desloca-se lentamente entre os compartimentos de troca lenta e rapidamente nos compartimentos de troca rápida, mas quando o magnésio está deficiente, os compartimentos de troca lenta fornecem magnésio aos compartimentos de troca rápida (Amorim e Tirapegui, 2008).

A carência de magnésio, vai afectar a integridade e função das membranas celulares e contribui em doenças cardiovasculares, derrame, hipertensão, *diabetes mellitus*, asma brônquica, câimbras musculares para além de poder ser responsável pelas enxaquecas na osteoporose e em afectar o sistema imunológico (Amorim e Tirapegui, 2008).

Algumas causas da queda de magnésio no organismo, são intoxicação por chumbo, uso prolongado de algum medicamentos, problemas crónicos intestinais, pancreatites e diabetes. Uma dieta feita à base de glícidos, lípidos e álcool pode aumentar a eliminação de magnésio (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

Casos de excesso de magnésio dão-se quando existe um consumo de suplementos à base de magnésio. A diarreia é o sintoma do consumo excessivo de magnésio (Amorim e Tirapegui, 2008).

O magnésio pode ser encontrado em diversos alimentos, tais como vegetais de folha escura, oleaginosas, cereais integrais e em frutas secas (Amorim e Tirapegui, 2008 e <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

#### 1.5.5 Ferro

O ferro é um mineral que se encontra largamente distribuído na natureza (Ferreira, 1994). Este elemento é indispensável para correcto desempenho de numerosas funções metabólicas (Félix, n.d e <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>) . O ferro é um dos constituintes da hemoglobina e encontra-se no seu núcleo, designado por heme (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf> e Millikan, 2012). O ferro fazendo parte da hemoglobina tem como principal função o transporte de oxigénio (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>, Félix, n.d, Soetan *et al.*, 2010 e Millikan, 2012). O ferro, na respiração celular é um componente essencial de enzimas envolvidas na oxidação celular (Soetan *et al.*, 2010) e assegura a degradação de radicais livres, peróxidos, pois activa enzimas como a catalase (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

A falta de ferro deve-se à sua perda excessiva em hemorragias digestivas, hemorroidas, ulcerações digestivas e hipermenorreias, também se deve à má absorção ou a dietas ricas em gorduras, farinhas brancas e açúcar refinado que são pobres em ferro (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>). Uma dieta baixa em fosfatos aumenta a absorção de ferro, por outro lado uma dieta rica em fosfatos diminui a absorção de ferro, havendo formação de fosfatos de ferro insolúveis, a presença de ácido fítico e ácido

oxálico faz diminuir a absorção de ferro, pois o ferro liga-se a estes ácido formando-se fitato de ferro e oxalato de ferro (Soetan *et al.*, 2010). A deficiência de ferro origina sintomas relacionados com a formação de hemoglobina (anemia) e com a respiração intracelular (Ferreira, 1994 e Soetan *et al.*, 2010).

O ferro é um mineral essencial à vida e ao desenvolvimento celular (Felix, n.d). Em caso de ingestão excessiva, em caso de sensibilidade ao ferro ou deficiência genética, este pode tornar-se tóxico. No último caso pode conduzir ou agravar situações de doença, hemocromatose (Felix, n.d).

#### 1.5.6 Cobre

O cobre é um micronutriente essencial para o organismo (Soetan *et al.*, 2010 e Barcelos, 2008). O cobre encontra-se incorporado em muitas proteínas estruturais e enzimáticas (Barcelos, 2008 e Millikan, 2012). Este elemento é necessário para os sistemas hematológico e neurológico (Soetan *et al.*, 2010). O cobre é um elemento indispensável para o crescimento e formação óssea, na formação de bainhas de mielina do sistema nervoso, ele auxilia na incorporação de ferro na hemoglobina e ajuda na absorção de ferro no tracto gastrointestinal (Soetan *et al.*, 2010 e Millikan, 2012).

A dieta de crianças nos países em desenvolvimento é à base de leite de vaca enriquecida com hidratos de carbono refinados, contendo frutose e outros açúcares e nestas condições a absorção de cobre diminui (Barcelos, 2008). A carência de cobre pode levar a doenças como anemia, a neutropenia e problemas ósseos (Barcelos, 2008 e Soetan *et al.*, 2010). A grande ingestão de Zinco e ferro faz diminuir a absorção de cobre, podendo levar à sua deficiência (Barcelos, 2008). Outras manifestações que são menos normais desta deficiência são a hipopigmentação do cabelo e atraso do crescimento (Barcelos, 2008, Soetan *et al.*, 2010 e <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

Mecanismos homeostáticos regulam as necessidades de cobre no organismo, quando este controle falha pode ocorrer toxicidade por cobre (Barcelos, 2008). Com a ingestão excessiva deste elemento dá-se uma acumulação de cobre no fígado e como consequência, há uma diminuição na concentração de hemoglobina no sangue (anemia), isto acontece porque o cobre vai interferir com o transporte e metabolismo do ferro (Barcelos, 2008 e Soetan *et al.*, 2010). Outros sintomas ligados à ingestão excessiva de cobre temos dores abdominais, cefaleias, náuseas, vômitos, tonturas, diarreia, taquicardia, dificuldade respiratória, hemorragia digestiva maciça, insuficiência hepática e renal e a morte (Barcelos, 2008).

O cobre pode ser encontrado em diversos alimentos naturalmente, como a água, legumes, fígado, milho, frutos secos, cereais (Barcelos, 2008 e Soetan *et al.*, 2010).

### 1.5.7 Manganês

O manganês é um micronutriente que em pequenas quantidades é essencial para o homem (Félix, n.d). Várias enzimas são constituídas por manganês e este é activador de outras enzimas, sendo por isso importante para a actividade enzimática, (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf> e Soetan *et al.*, 2010 e Millikan, 2012) activa enzimas que participam no metabolismo dos glicidos, aminoácidos e colesterol, é um antioxidante e coopera na formação da cartilagem e osso (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

A carência de manganês pode causar anormalidades no esqueleto e no crescimento, disfunções reprodutivas, reduzir a tolerância à glicose e alterar o metabolismo das gorduras e glicidos (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

A DDR de manganês é de 2 mg (Decreto-Lei nº 54/2010). Se esta dose diária for excedida causa efeitos tóxicos ao nível local e do sistema nervoso central, respiratório, cardíaco e reprodutor (Félix, n.d e Soetan *et al.*, 2010).

Na pesença de quantidades muito altas de cálcio e fósforo na alimentação, a absorção de manganês é inibida (Soetan *et al.*, 2010). O manganês e o ferro estão associados, ou seja a falta de um deles, leva ao aumento da absorção do outro (Félix, n.d e Soetan *et al.*, 2010).

Este elemento pode ser encontrado em vários alimentos, tais como sementes, legumes, chá e nozes (Soetan *et al.*, 2010 e Ferreira, 1994).

### 1.5.8 Zinco

O Zinco é um micronutriente necessário para o desenvolvimento humano, ele é indispensável para a síntese da insulina e para o crescimento (Ferreira, 1994 e <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>). Aproximadamente 100 enzimas estão dependentes do zinco para a realização de reacções vitais para o homem (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>, Soetan *et al.*, 2010 e Ferreira, 1994).

Este mineral, tem funções importantes no organismo, como a resposta imune, actua na função neurológica e na reprodução, está envolvido na expressão dos genes, na síntese de hormonas e é importante na reparação de tecidos (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf> e Soetan *et al.*, 2010). É um componente da insulina e por esta razão é essencial para a acção da insulina (Soetan *et al.*, 2010).

O défice de zinco para o homem pode causar falhas no crescimento, na cicatrização de feridas, diminuição do paladar e olfato, diarreia crónica, pouco apetite, deficiência do sistema imunitário e atraso da maturidade sexual (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>, Soetan *et al.*, 2010 e Millikan, 2012). Esta carência de zinco



também conduz a alterações nos ácidos gordos e pode implicar um factor de risco à arteriosclerose (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

Existem substâncias na alimentação que alteram a absorção de zinco, tais como os fitatos que se encontram em alimentos vegetais, nas fibras, e inibem a absorção deste elemento. Outros captadores do zinco são o álcool, os taninos e alguns medicamentos (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

As fontes de zinco são carnes vermelhas, peixes, leite e derivados, legumes, mariscos, feijão e nozes (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf> e Soetan *et al.*, 2010).

#### 1.5.9 Alumínio

O alumínio é um mineral que se pode encontrar na água para consumo, nos alimentos e é um componente de muitos materiais. A alimentação é a principal forma de contacto com este mineral, esta contaminação é feita de 2 formas, teor natural do alimento adquirido no seu crescimento e o alimento também poder ser contaminado pelo contacto com materiais ricos em alumínio (Stahl *et al.*, 2011).

A concentração de alumínio no sangue e na urina indicam uma exposição recente. O alumínio liga-se às proteínas no sangue, nos tecidos liga-se aos lisossomas, também se localiza no fígado, medula, rim e cérebro e no tecido ósseo é o local de preferência para o alumínio absorvido pelo organismo. O alumínio facilmente se liga às proteínas e pelo seu metabolismo, é facilmente encontrado em muitas estruturas e substâncias do organismo (Félix, n.d).

O excesso de alumínio no organismo pode provocar insuficiência renal (Stahl *et al.*, 2011) é ainda responsável por encefalopatias, ou seja, alterações do estado mental, disartria, mioclonias e de convulsões, de osteomalácias e de anemia, em doentes submetidos a diálise (Félix, n.d).

Pensa-se que o alumínio está de alguma forma relacionado com a doença de Alzheimer, “demência de diálise”, esclerose amiotrófica lateral, mas esta relação ainda não é muito certa (Félix, n.d e Stahl *et al.*, 2011). Devido a estas possíveis relações, o nível de ingestão de alumínio tem vindo a ser revisto e alterado ao longo dos anos. Em 1970 não existia limite de ingestão para o alumínio. Em 1990, o valor é definido em 0-7 mg/Kg corporal/semana. Em 2007, o valor é reduzido de 0-7 mg/Kg corporal/semana para 1 mg/Kg corporal/semana pela FAO/WHO comité para aditivos alimentares (JECFA). Em 2008, o comité científico para alimentos da comunidade europeia (SCF) também altera para esse valor, sendo 1mg/Kg corporal/semana o valor máximo de alumínio que se pode ingerir (Stahl *et al.*, 2011).

#### 1.5.10 Níquel

O níquel é um micronutriente essencial para o organismo (Félix, n.d e Soetan *et al.*, 2010). O níquel não é um tóxico que se acumula, mas os seus solventes insolúveis (NiO) são tóxicos que se acumulam no organismo. Este elemento é exposto ao homem, principalmente pela ingestão de alimentos e água contaminados por níquel (Félix, n.d.).

Pensa-se que o níquel tem um papel na manutenção da estrutura da membrana celular, no metabolismo nucleico e é um co-factor de enzimas (Soetan *et al.*, 2010).

O défice de níquel no organismo tem a capacidade para alterar o metabolismo da glicose e diminuir a sua tolerância (Félix, n.d).

O níquel é um mineral que não é destruído no organismo, a toxicidade deste elemento pode interferir nos metabolismos do manganês, zinco, cálcio e magnésio (Félix, n.d). Algumas patologias associadas ao excesso de níquel são: dermatite de contacto (Carrapatoso *et al.*, 2004), enfarte do miocárdio e fracturas (Félix, n.d), desenvolvimento de cancros, pode causar embolia pulmonar, insuficiências respiratórias, asma, bronquite crónica e problemas cardíacos (Carita, 2009).

#### 1.5.11 Cobalto

O cobalto é um micronutriente necessário, pois é constituinte da vitamina B<sub>12</sub> (Ferreira, 1994 e Soetan *et al.*, 2010). A dieta é a principal fonte de exposição de cobalto para a população. Não existe uma dose recomendada deste elemento, apenas para a vitamina B<sub>12</sub> (Alves *et al.*, 2003).

A absorção deste elemento varia a quando da presença de ferro e proteínas na alimentação e no estado de jejum (Alves *et al.*, 2003).

O cobalto é absorvido no sangue (Soetan *et al.*, 2010) e também por todos os tecidos, sendo a concentração de cobalto localizadas no fígado, também se pode encontrar nos rins, coração, músculo esquelético, baço, pâncreas, cérebro e pulmão. Não há dados de que o cobalto se acumule no organismo. Em níveis tóxicos, o cobalto vai substituir o zinco em enzimas que são dependentes deste provocando a sua deficiência no organismo. Vai modificar o mecanismo dos glícidos onde vai dificultar a utilização da glicose, actua na captação de oxigénio e na produção de energia. Vai causar danos nos rins e fígado (Alves *et al.*, 2003).

O défice de cobalto manifesta-se por sintomas iguais ao défice de vitamina B<sub>12</sub> (Soetan *et al.*, 2010), ou seja, transtornos hematológicos, neurológicos e cardiovasculares (Panlz *et al.*, 2005).

### 1.5.12 Crómio

O crómio é um mineral essencial para o organismo (Félix, n.d; Soetan *et al.*, 2010; Bratakos *et al.*, 2002; Lendinez *et al.*, 2001 e <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

Este elemento está envolvido no metabolismo da glicose, (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf> e Lendinez *et al.*, 2001) na função da insulina (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf> e Bratakos *et al.*, 2002) que é responsável por captar a glicose no sangue, também está associado a doenças como a diabetes, e doenças cardiovasculares e influencia o metabolismo do colesterol e proteínas (Lendinez *et al.*, 2001; Soetan *et al.*, 2010 e <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf> e Millikan, 2012).

Para o homem, a ingestão de alimentos ricos em crómio é a principal fonte de contaminação. Este elemento é utilizado em materiais em ácido inox, (Lendinez *et al.*, 2001) sendo uma foma de contaminação.

A carência de crómio no organismo pode causar resistência à insulina e por isso ocorre o impedimento da captação da insulina, pode causar problemas de coração e perturbações do metabolismo. A absorção do crómio é reduzida pela presença de fitatos. Este elemento interage com o ferro e zinco. Há uma diminuição do crómio com o aporte de ferro, pois o seu transporte é feito pela mesma proteína que transporta o ferro (transferrina) (<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf> e Carita, 2009).

A toxicidade por crómio está dependente da sua forma química, ou seja o crómio (VI) é mutagénico ou até cancerígeno pode provocar erupções cutâneas, úlceras, problemas respiratórios, danos nos rins e fígado, por outro lado o crómio (III) tem baixa toxicidade podendo o seu excesso causar erupções cutâneas, no entanto estes aspectos ainda se encontram em discussão (Bratakos *et al.*, 2002 e Carita, 2009).

Os alimentos onde podemos encontrar crómio são: carne, feijão, cereais integrais e brócolos (Soetan *et al.*, 2010 e <http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>).

### 1.5.13 Chumbo

O chumbo é um poluente comum do ambiente (Schifer *et al.*, 2005 e Soetan *et al.*, 2010). Este elemento é considerado um dos compostos químicos mais perigosos para a saúde, pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (Schifer *et al.*, 2005). O chumbo pode ser encontrado em todos os sistemas ambientais e biológicos (Schifer *et al.*, 2005 e Soetan *et al.*, 2010), o facto de ser utilizado em muitos sectores industriais causa a contaminação do ar, solos e águas (Schifer *et al.*, 2005 e Soetan *et al.*, 2010) sendo assim a sua exposição facilitada e cumulativa nos sistemas ambientais (Schifer *et al.*, 2010 e Carita, 2009).

O chumbo após absorção pelo organismo é distribuído no plasma e fluídos extracelulares e acumula-se nos tecidos moles e esqueleto (Félix, n.d). O limite estabelecido pelo regulamento (CE) nº 1881/2006, da comissão, estabelece o teor máximo admissível para o chumbo em produtos hortícolas é de 0,10 mg/Kg de peso fresco. O seu excesso é tóxico para o organismo, podendo causar graves danos à saúde e pode mesmo causar a morte (Schifer *et al.*, 2005). Este tem efeitos na síntese da hemoglobina, nos rins, sistema reprodutivo, gastrointestinal, articulações, sistema nervoso e pode ainda causar anemia (Carita, 2009). O sistema nervoso central (SNC) é a localização preferencial para o chumbo, mas este também provoca alterações graves a nível renal, hematológico, cardiovascular, órgãos reprodutores e ainda altera os níveis de vitamina D (Félix, n.d; Schifer *et al.*, 2005 e Soetan *et al.*, 2010). Uma baixa ingestão de cálcio, fósforo, ferro e proteínas na alimentação, pode provocar o aumento da absorção de chumbo. A deposição de chumbo nos ossos é favorecido pelo excesso de fosfatos na dieta, por outro lado os níveis baixos de fosfatos auxilia a mobilização do chumbo do tecido ósseo para os tecidos moles. Uma baixa ingestão de vitamina D também contribui para uma deposição de chumbo nos ossos. Do chumbo que é ingerido 60% acumula-se no organismo e 40% é excretado na urina e fezes (Schifer *et al.*, 2005).

O chumbo é encontrado nas plantas, devido à sua facilidade de captação dos solos, consequentemente, solos mais contaminados provocam maior contaminação nas plantas, pois o chumbo está mais disponível nesses locais. Os alimentos que mais contêm chumbo são a água para consumo, cereais, vegetais e frutas (Schifer *et al.*, 2005).

#### 1.5.14 Cádmio

O cádmio é um metal pesado que facilmente entra na dieta do homem (Martins *et al.*, 2009), a contaminação por chumbo nos solos vem da poluição atmosférica, da água contaminada ou de fertilizantes que possuam chumbo (Félix, n.d), por isso as culturas agrícolas são facilmente contaminadas (Martins *et al.*, 2009).

As consequências que podem advir da exposição prolongada a este elemento são: lesões em inúmeros órgãos e tecidos como rins, fígado, ossos e pulmões, tem também efeitos cancerígenos (Martins *et al.*, 2009; Soetan *et al.*, 2010 e Carita, 2009). Devido aos seus efeitos tóxicos o regulamento (CE) nº 1881/2006, da comissão, estabelece o teor máximo admissível para produtos hortícolas de 0,050 mg/Kg de peso fresco.

#### 1.5.15 Estanho

O estanho é um metal encontrado naturalmente na natureza, este e seus derivados podem ser encontrados no ar, água e solos. O estanho metálico é utilizado como protector de latas de conserva para alimentos e bebidas (Azevedo, 2009).

A exposição ao estanho pode causar efeitos neurológicos, hematológico e imunológicos. Pode ainda provocar danos nos rins e fígado (Azevedo, 2009). O regulamento (CE) nº 1831/2003, da comissão, estabelece o teor máximo admissível 200 mg/Kg de produto fresco para o produto hortícola e 100 mg/Kg para os sumos de frutos e de produtos hortícolas.

Os alimentos que poderão conter estanho são os alimentos enlatados, cereais, grãos, laticíneos, carne, legumes e hortaliças (Azevedo, 2009).

## 1.6 Doses Diárias Recomendadas, Valores Máximos recomendáveis e Valores Máximos Admissíveis.

As doses diárias recomendadas, tabela 1.5, são diferentes de pessoas para pessoas devido à sua idade, género e país onde vive e também depende da espécie vegetal, podendo haver em alguns países mais ou menos minerais nos solos disponíveis para as plantas absorverem (Millikan, 2012).

Tabela 1.5: Doses diárias recomendadas (DDR), valores máximos recomendados (VMR) ou admissíveis (VMA) para os metais estudados.

Elemento Metálico	Quantidade		Referência
	DDR	VMR ou VMA	
<b>Sódio (Na)</b>		2,4 g de sódio/dia – 6 g de sal/dia (VMR)	Fipa
<b>Potássio (K)</b>	2000 mg/dia		Decreto lei nº 54/2010
<b>Cálcio (Ca)</b>	800 mg/dia		Decreto lei nº 54/2010
<b>Fósforo (P)</b>	700 mg/dia		Decreto lei nº 54/2010
<b>Magnésio (Mg)</b>	375 mg/dia		Decreto lei nº 54/2010
<b>Ferro (Fe)</b>	14 mg/dia		Decreto lei nº 54/2010
<b>Cobre (Cu)</b>	1 mg/dia		Decreto lei nº 54/2010
<b>Manganês (Mn)</b>	3 mg/dia		Decreto lei nº 54/2010
<b>Zinco (Zn)</b>	10 mg/dia		Decreto lei nº 54/2010
<b>Alumínio (Al)</b>		1 mg/Kg corporal/semana (VMA)	Stahl <i>et al.</i> , 2011
<b>Níquel (Ni)</b>	50 mg/dia		Carrapatoso <i>et al.</i> , 2004
<b>Cobalto (Co)</b>	Não existe, mas para vitamina B <sub>12</sub> a DDR 2,5 µg/dia		Alves <i>et al.</i> , 2003 e Decreto lei nº 54/2010
<b>Crómio (Cr)</b>	40 µg/dia		Decreto lei nº 54/2010
<b>Chumbo (Pb)</b>		0,10 mg/Kg peso fresco (VMA)	Regulamento (CE) nº 1881/2006
<b>Cádmio (Cd)</b>		0,050 mg/Kg peso fresco (VMA)	Regulamento (CE) nº 629/2008
<b>Estanho (Sn)</b>		200 mg/Kg peso fresco –hortícolas 100 mg/Kg peso fresco – Sumo de hortícolas (VMA)	Regulamento (CE) nº 1881/2006

Em Valência, em Espanha, foram analisadas 4 espécies de tomate (*Solanum. lycopersicum*, *Solanum. pimpinellofilium*; *Solanum. cheesmaniae* e *Solanum. habrochaites*), onde foram quantificados o cálcio, magnésio, potássio, sódio, cobre, ferro, manganês e zinco (Millikan, 2012). Os resultados foram os apresentados na tabela 1.6.

Tabela 1.6: Concentrações em mg/Kg de tomate, das 4 espécies de tomate analisados (adaptado de Millikan, 2012).

Amostra	Ca	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
A ( <i>S. lycopersicum</i> )	23,57± 0,86	6,40± 0,52	78,47± 2,54	36,89± 1,48	0,43± 0,02	0,55± 0,30	0,1± 0,00	0,26± 0,01
B ( <i>S. pimpinellofilium</i> )	37,69± 2,25	12,93± 0,44	212,83± 5,88	54,94± 2,65	0,74± 0,02	0,96± 0,05	0,17± 0,01	0,33± 0,01
C ( <i>S. cheesmaniae</i> )	45,78± 0,46	14,37± 0,25	222,51± 2,34	84,4± 1,49	0,72± 0,01	1,17± 0,11	0,19± 0,01	0,70± 0,01
D ( <i>S. habrochaites</i> )	46,88± 2,73	20,49± 0,16	194,27± 8,51	82,61± 2,89	0,62± 0,03	1,02± 0,06	0,15± 0,01	0,17± 0,01

O teor em potássio, sódio, ferro, manganês e zinco são mais altos na espécie *S. cheesmaniae* (C), no entanto, para a espécie *S. pimpinellofilium* (B) e *S. habrochaites* (D) os teores em potássio são muito próximos da espécie *S. cheesmaniae* (C). E para a espécie *S. habrochaites* (D) tem teores de cálcio e magnésio mais altos que as outras espécies (Millikan, 2012). Por estas razões é importante uma alimentação variada para que todos os minerais estejam disponíveis para o organismo nas quantidades certas.

### 1.7 Espectrometria de Absorção Atômica (EAA)

Em 1952, o Dr. Alan Walsh começou a desenvolver um método para análise de metais que pudesse ser utilizado em diversas áreas, como alimentos, e outras indústrias. Foi assim que foi criado o espectrofotómetro de absorção atômica, figura 1.2, um equipamento que tem como objectivo quantificar metais (Millikan, 2009). A EAA tem a desvantagem de não permitir a análise de elementos ao mesmo tempo o que acaba por limitar os volumes de amostra e é uma técnica de elevada sensibilidade (Mustra, 2009).

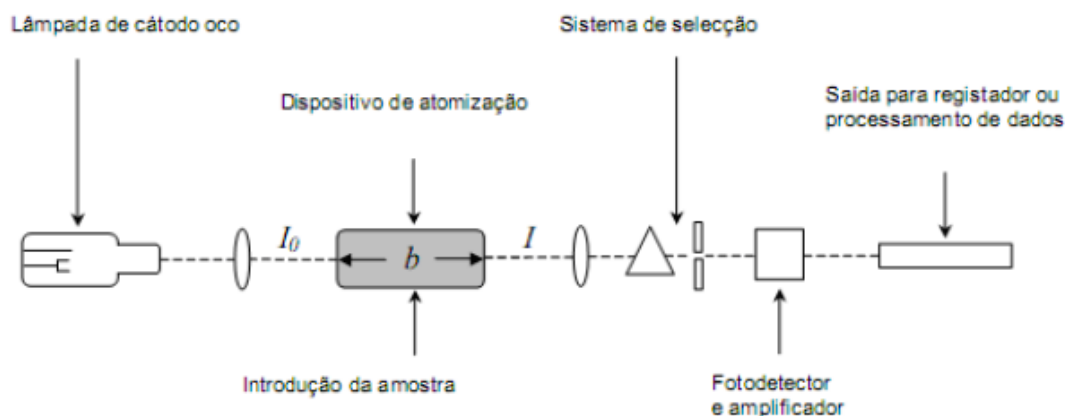


Figura 1.2: Constituição do Espectrofotómetro de absorção atómica (Adaptado de Carita, 2009).

O processo de absorção atómica consiste na absorção de luz por átomos livre, a um comprimento de onda específico. A absorção atómica é constituída por uma fonte de radiação, uma célula de atomização e um método de selecção e de detecção de comprimento de onda (Figura 1.2) (Carita, 2009).

Aplica-se a lei de Lambert- Beer para uma análise quantitativa (Skoog *et al.*, 2003), para uma determinada substância a um certo comprimento de onda conhecidos, a absorvância é directamente proporcional à concentração do analito (Carita, 2009),  $A = \epsilon bc$ , onde  $A$  é a absorvância,  $\epsilon$  é a absortividade molar e  $c$  a concentração do analito. Esta lei possui algumas limitações, pois só é válida para soluções muito diluídas. Esta limitação está relacionada com dois factores, o facto da distância média entre as espécies responsáveis pela absorção diminuírem com o aumento da concentração, isto pode afectar a capacidade de absorção das espécies. Por outro lado, para concentrações muito elevadas, à uma grande dispersão da luz (Skoog *et al.*, 2003). A radiação que é utilizada é a radiação monocromática, mas este tipo de radiação é difícil de obter e por isso normalmente utilizam-se lâmpadas de cátodo-oco e um monocromador para se obter o comprimento de onda pretendido (Carita, 2009).



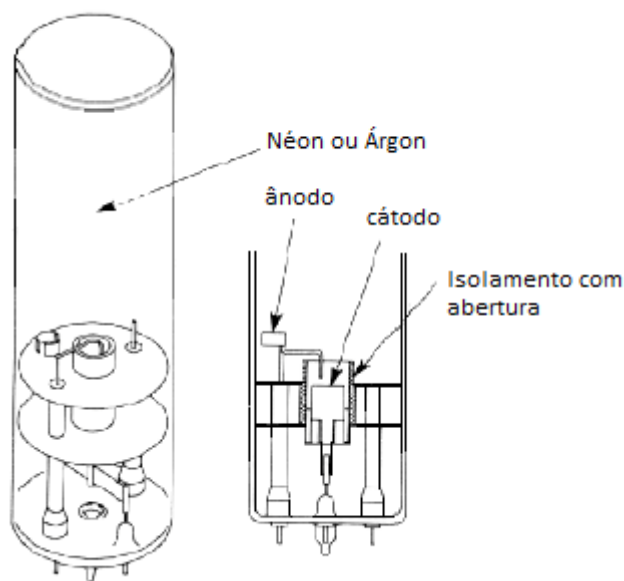


Figura 1.3: Esquema de uma lâmpada de cátodo-oco (Adaptado de Carita, 2009).

As lâmpadas de cátodo-oco, figura 1.3, tal como o nome indica são constituídas por um cátodo-oco que se encontra revestido pelo elemento metálico que se pretende estudar e um ânodo constituído por um fio metálico. São utilizados gases inertes (néon ou árgon) no seu interior, quando passa uma corrente estes gases ionizam-se, libertando iões que vão bombardear o cátodo e este vai libertar os átomos metálicos. O monocromador vai isolar e controlar a intensidade da energia radiada para o detector, este controlo é feito com o auxílio de um prisma ou rede de difracção que vai decompor o feixe de radiação em comprimentos de onda discretos e na fenda de saída é seleccionado o comprimento de onda desejado. Posteriormente, a energia radiante é convertida num sinal eléctrico (Carita, 2009).

Neste trabalho, é utilizada espectrometria de absorção atómica de chama (FAAS).

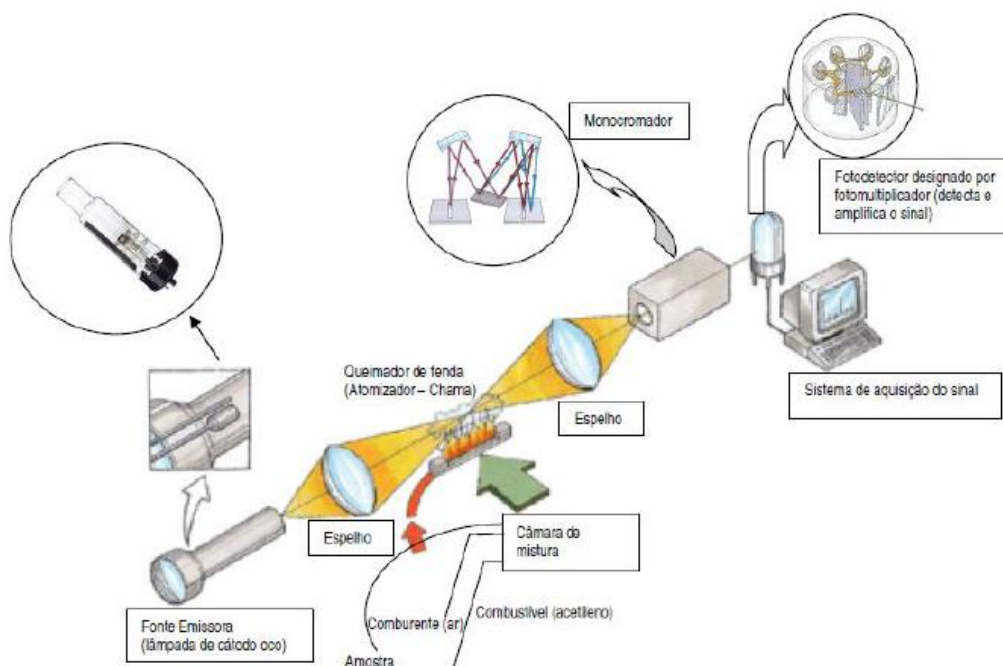


Figura 1.4: Constituição do Espectrofotómetro de absorção atómica de chama (Adaptado de Carita, 2009).

O funcionamento desta técnica (FAAS) consiste na aspiração da amostra, que é convertida num aerossol no nebulizador. Este processo de nebulização depende (Carita, 2009):

- Caudal;
- Tensão superficial da amostra;
- Densidade;
- Viscosidade.

A amostra é misturada com o combustível (acetileno ou acetileno e protóxido de azoto) e gás oxidante (ar). Esta mistura é conduzida ao queimador onde é vaporizada. Após libertação dos átomos metálicos da lâmpada de cátodo-oco e selecção do comprimento de onda pelo monocromador a radiação é convertida num sinal eléctrico, figura 1.4 (Carita, 2009).

## 1.8 Objectivo do Estudo

Através da figura 1.5, podemos observar que Portugal ao longo dos anos tem importado mais produtos hortícolas (excepto batata), conservados, excepto em vinagre ou em ácido acético, incluindo pratos preparados do que exportado; só em 2011 é que se observou o inverso. De forma a esta tendência continuar, podemos dizer que temos que ser mais rigorosos com a segurança e qualidade alimentar, para que os produtos portugueses sejam vistos como uma referência.

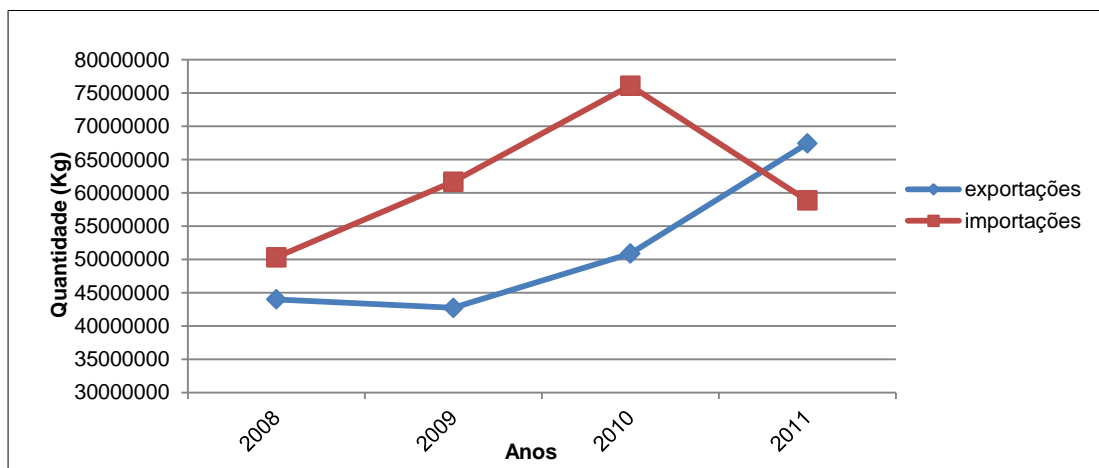


Figura 1.5: Representação das exportações e importações de produtos hortícolas (excepto batatas), conservados, excepto em vinagre ou em ácido acético, incluindo pratos preparados (Eurostat).

Na figura 1.6, podemos observar a produção, em Portugal, de vegetais em conserva, ervilhas, tomate e feijão. Podemos concluir que a produção de feijão é muito constante ao longo dos anos e esta é mais elevada que a produção de tomate e ervilhas.

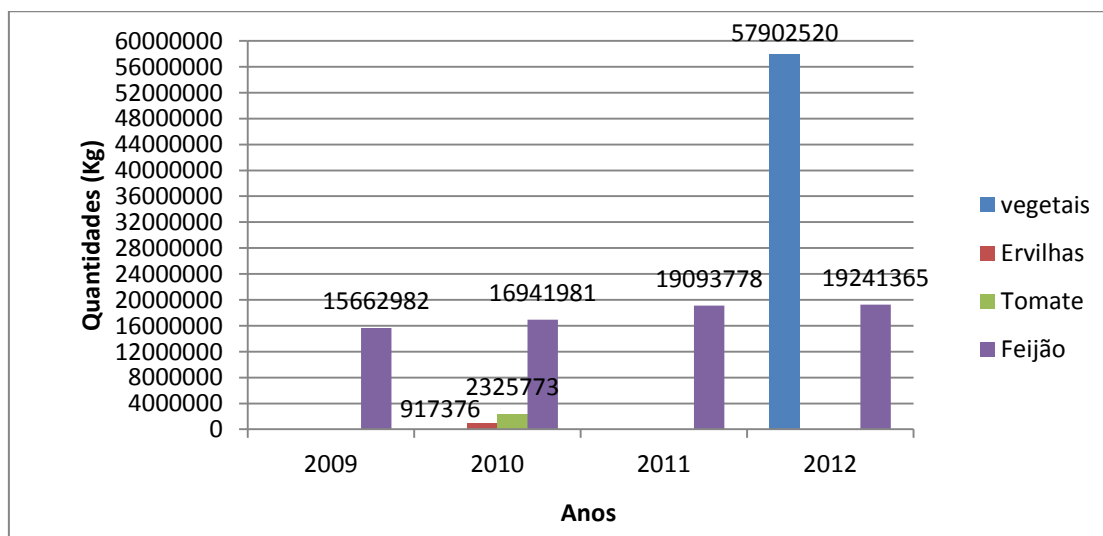


Figura 1.6: Representação gráfica da produção de produtos hortícolas (excepto batatas), conservados, excepto em vinagre ou em ácido acético, incluindo pratos preparados; Tomate inteiro ou pedaços, feijão e ervilhas, em conserva, excepto pratos preparados de produtos hortícolas e conservados em vinagre ou ácido acético (Eurostat).

Os nutrientes presentes nos alimentos são importantes para a manutenção de uma boa saúde, principalmente o ferro, cálcio, magnésio, potássio, sódio, manganês, cobre, crómio e zinco (Millikan, 2012).

O objectivo deste trabalho é quantificar as concentrações de minerais (magnésio, sódio, potássio, zinco, cálcio, alumínio, ferro, níquel, manganês, chumbo, crómio, cádmio, cobalto, estanho e fósforo) em produtos vegetais (ervilhas, tomate, milho, grão e feijão) produzidos e comercializados em Portugal, de forma a analisar o fornecimento destes elementos por estes produtos na dieta alimentar, uma vez que os dados disponíveis para este tipo de produtos enlatados é escasso. Pretende-se também estudar as diferenças no processo de extracção e digestão dos alimentos em termos dos teores de minerais e avaliar os teores destes elementos no líquido de cobertura dos enlatados.

## 2 Materiais e métodos

### 2.1 Materiais

Na tabela 2.1, encontram-se discriminadas as marcas que foram analisadas para cada tipo de alimentos enlatado. Os alimentos enlatados foram adquiridos em grandes superfícies comerciais.

Tabela 2.1: Marcas analisadas para cada produto enlatado.

Ervilhas	Tomate	Milho	Grão	Feijão
A	F	H	A	A
B	B	B	B	B
C	C	C	C	C
D	G	D	I	I
E	E	E	E	E

### 2.2 Métodos

#### 2.2.1 Volume, massa, pH e Condutividade

Este processo iniciou-se com a abertura das latas, mediu-se o volume em provetas e pesou-se as amostras sólidas numa balança. O pH e a condutividade foram lidos apenas para os líquidos de conservação. Para a medição do pH, procedeu-se à calibração do aparelho e mediu-se o pH por potenciometria com eléctrodo de vidro (CRISON micropH 2001). A condutividade foi medida no líquido com um condutímetro (METTLER TOLEDO – InLab 730 Conductivity).

#### 2.2.2 Digestão dos líquidos (Bagdatlioglu, 2010)

Com a ajuda de uma pipeta, foram retirados 10 mL do líquido de conservação do alimento enlatado para um tubo de digestão, de seguida foram colocados 10 mL de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) concentrado no tubo e foram a digerir (digestor HTX) durante 2 horas a 130°C. Após as 2 horas foram filtrados para balões de 50 mL e aferidos com água MilliQ. Os metais foram determinados nas soluções digeridas, ou em diluições, num espectrofotómetro de absorção atómica (SOLAAR Thermo Electron Corporation M Series), com chamas de acetileno/ar ou acetileno/protóxido de azoto dependendo do

metal a analisar. A calibração necessária para a medição dos metais foi realizada recorrendo a soluções padrão monoelementares em água acidificada a pH 2,0 com ácido nítrico (Panreac; 65%). Em todo o processo de determinação de metais, utilizou-se água milli-Q. O processo foi realizado em quintuplicado para cada marca e alimento.

### 2.2.3 Digestão Húmida (Bagdatlioglu, 2010)

Numa balança pesou-se cerca de 10 mg de amostra sólida para um tudo de digestão, colocou-se 10 mL de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) concentrado no tubo e foram a digerir (digestor HTX) durante 3 horas e 45 minutos a  $130^\circ\text{C}$ . Posteriormente, foram filtrados para balões de 50 mL e aferidos com água MilliQ. Os metais foram determinados nas soluções digeridas num espectrofotómetro de absorção atómica seguindo o processo descrito em 2.2.2. O processo foi realizado em quintuplicado para cada marca e alimento.

### 2.2.4 Determinação da Humidade

A determinação da humidade é igual para todas as amostras. Numa balança analítica (Mettler Toledo AB204) pesou-se 10 mg de amostra sólida para um cadinho de porcelana. A amostra foi seca numa estufa (WTB binder E28) a  $103\pm 2^\circ\text{C}$  durante 4 horas. Após as 4 horas, os cadinhos foram arrefecidos num exsiccador e pesados na balança analítica (Mettler Toledo AB204) (AOAC, 1990). O processo foi realizado em quintuplicado para cada marca e alimento.

### 2.2.5 Determinação de cinza

Após o processo de secagem, os cadinhos são colocados na mufla (Heraeus Electronic) a  $550\pm 50^\circ\text{C}$  durante 2 horas, foram colocadas num exsiccador até arrefecimento e pesadas numa balança analítica (Mettler Toledo AB204) (AOAC, 1990). O processo foi realizado em quintuplicado para cada marca e alimento.

### 2.2.6 Digestão Seca (Vandecasteele e Block, 1993)

As cinzas foram digeridas com 10 mL de ácido nítrico 1:1, em banho-maria durante 30 minutos a  $95^\circ\text{C}$ . Retirou-se a cápsula do banho e deixou-se arrefecer. Após arrefecimento, a amostra foi filtrada para balão de 50 mL e aferida com água MilliQ. Os metais foram determinados nas soluções digeridas num espectrofotómetro de absorção

atómica seguindo o processo descrito em 2.2.2. O processo foi realizado em quintuplicado para cada marca e alimento.

### 2.2.7 Determinação do fósforo

A determinação do fósforo é feita nas amostras digeridas (líquidos, digestão húmida e seca), pelo método espectrofotométrico: determinação dos fosfatos através da formação de um complexo corado, susceptível de doseamento colorimétrico (880 nm), com uma solução de molibdato de amónio, na presença de ácido ascórbico e de tartarato de potássio e antimónio (Watanabe e Olsen, 1965). O processo foi realizado em quintuplicado para cada marca e alimento.

### 3. Resultados e Tratamento de Resultados

São analisados 5 tipos de produtos hortícolas, ervilhas, tomate, milho, grão e feijão, de cada um dos tipos de hortícolas são analisadas 5 marcas diferentes.

As tabelas seguintes (3.1-3.5) contêm a informação: volume de líquido de cobertura, massa fresca do alimento, pH e condutividade do líquido, humidade e teor em cinza dos alimentos).

- Ervilhas

Tabela 3.1: Volume líquido de cobertura, massa fresca, pH e condutividade do líquido de conservação, lidos a  $20 \pm 1$  °C, teor em peso seco e de cinza, em matéria seca, das ervilhas enlatadas.

	D	E	A	B	C
Volume (mL)	161	69	153	139	326
Massa (g)	273	313	274	274	536
pH	6,30	6,25	6,37	6,08	6,19
Condutividade (mS/cm)	12,6	13,7	17,6	12,6	17,5
Peso seco (%)	22,6 $\pm$ 0,4	30,8 $\pm$ 0,3	23,4 $\pm$ 0,9	18,9 $\pm$ 0,6	19,6 $\pm$ 0,9
Cinza (% ms)	4,3 $\pm$ 0,2	3,7 $\pm$ 0,1	5,3 $\pm$ 0,2	4,9 $\pm$ 0,2	6,1 $\pm$ 0,4

ms, matéria seca

- Tomate

Tabela 3.2: Volume líquido de cobertura, massa fresca, pH e condutividade do líquido de conservação, lidos a 20 °C, teor em peso seco e de cinza, em matéria seca, do tomate enlatado.

	G	E	F	B	C
Volume (mL)	176	173	122	173	185
Massa (g)	273	296	299	278	263
pH	4,28	4,05	4,15	4,12	4,17
Condutividade (mS/cm)	6,03	10,9	5,80	10,4	6,20
Peso seco (%)	5,5 $\pm$ 0,2	7,4 $\pm$ 0,7	7,0 $\pm$ 1,0	6,3 $\pm$ 0,4	7,1 $\pm$ 0,4
Cinza (% ms)	11,5 $\pm$ 1,3	11,5 $\pm$ 0,9	8,5 $\pm$ 0,4	12,4 $\pm$ 0,7	6,0 $\pm$ 0,4

ms, matéria seca



- Milho

Tabela 3.3: Volume líquido de cobertura, massa fresca, pH e condutividade do líquido de conservação, lidos a  $16\pm3$  °C, teor em peso seco e de cinza, em matéria seca, do milho enlatado.

	H	E	D	B	C
Volume (mL)	56	31	57	61	57
Massa (g)	291	141	278	283	287
pH	6,30	6,24	6,42	6,54	6,22
Condutividade (mS/cm)	13,2	11,7	12,0	11,5	8,5
Peso seco (%)	23,2 $\pm$ 0,5	25,6 $\pm$ 0,4	22,4 $\pm$ 0,2	23,4 $\pm$ 0,5	23,3 $\pm$ 0,8
Cinza (% ms)	4,2 $\pm$ 0,2	3,5 $\pm$ 0,1	4,0 $\pm$ 0,1	4,2 $\pm$ 0,1	2,8 $\pm$ 0,1

ms, matéria seca

- Grão

Tabela 3.4: Volume líquido de cobertura, massa fresca, pH e condutividade do líquido de conservação, lidos a  $22\pm2$  °C, teor em peso seco e de cinza, em matéria seca, do grão enlatado.

	A	E	I	B	C
Volume (mL)	173	157	161	320	170
Massa (g)	261	279	272	563	276
pH	6,02	5,97	6,07	6,01	6,19
Condutividade (mS/cm)	20,5	18,1	18,5	18,6	18,6
Peso seco (%)	32,0 $\pm$ 0,2	33,5 $\pm$ 0,4	31,1 $\pm$ 0,6	33,1 $\pm$ 0,5	33,6 $\pm$ 0,8
Cinza (% ms)	4,4 $\pm$ 0,1	4,0 $\pm$ 0,2	4,1 $\pm$ 0,2	3,8 $\pm$ 0,1	3,9 $\pm$ 0,1

ms, matéria seca

- Feijão

Tabela 3.5: Volume líquido de cobertura, massa fresca, pH e condutividade do líquido de conservação, lidos a 20°C, teor em peso seco e de cinza, em matéria seca, do feijão enlatado.

	A	E	I	B	C
Volume (mL)	162	127	80	274	125
Massa (g)	267	305	339	574	305
pH	6,06	6,07	5,63	5,85	6,08
Condutividade (mS/cm)	18,9	15,5	18,0	16,3	15,5
Peso seco (%)	30,3±1,0	30,6±0,2	33,0±0,4	30,7±0,7	30,7±0,6
Cinza (% ms)	5,2±0,3	4,6±0,04	4,8±0,1	4,1±0,2	4,8±0,2

ms, matéria seca

Devido à viscosidade do líquido de cobertura, que em alguns casos se encontrava muito agregado à amostra, a determinação correta do volume e da massa das amostra, foi, em alguns dos alimentos enlatados, dificilmente medida.

Pela análise das tabelas descritas acima, podemos observar que quando o pH do líquido de cobertura das ervilhas, milho, grão e feijão é neutro, e o valor de pH do líquido de cobertura do tomate é ácido. Esta maior acidez do líquido observada no caso do tomate deve-se à migração de compostos ácidos presentes na matriz do tomate (como o ácido cítrico, glutâmico e málico, entre outros, Anthon e Barrett, 2012) para o meio líquido, reduzindo o pH. Os teores de condutividade do tomate são mais reduzidos do que os observados para as ervilhas, milho, grão e feijão, indicando que o líquido de conservação do tomate apresenta menores teores em elementos capazes de conduzir a corrente eléctrica. Os resultados da condutividade são correlacionáveis com os teores em cinza dos alimentos, indicando que quanto menor o teor em cinza dos alimentos maior o teor de condutividade no líquido de conservação. Este resultado faz supor que no processamento para a conservação em lata do produto, pode ocorrer uma elevada migração de compostos minerais do alimento para o líquido de conservação, com possíveis perdas nutricionais, se o líquido for rejeitado, não sendo utilizado na alimentação.

### 3.1 Análise e discussão dos teores em minerais nos alimentos enlatados estudados.

Os resultados obtidos na digestão dos líquidos de cobertura, e da digestão húmida e seca dos alimentos encontram-se em anexo.

#### 3.1.1 Líquidos de cobertura

Começando por fazer uma análise dos resultados das digestões dos líquidos, podemos dizer que os líquidos das amostras podem ser uma fonte de nutriente por si só.

A partir dos resultados experimentais, tabela 6.1 (valores a azul) em anexo, e figuras 3.1-3.3, podemos observar as concentrações de minerais para as **ervilhas**. Para a marca **A**, temos os valores de concentração mais elevados para o sódio (6827 mg/L), crómio (0,08 mg/L) e para o estanho (0,83 mg/L); para o **B** temos, zinco (3,69 mg/L), alumínio (6,23 mg/L), ferro (12,05 mg/L) e manganês (2,60 mg/L); para o **C**, temos o cádmio (0,004 mg/L); para a **D**, temos níquel (0,29 mg/L), chumbo (0,011 mg/L) e cobalto (0,08 mg/L) e para a marca **E**, temos magnésio (322 mg/L), potássio (1766 mg/L), cálcio (251 mg/L), cobre (0,85 mg/L) e fósforo (755 mg/L).

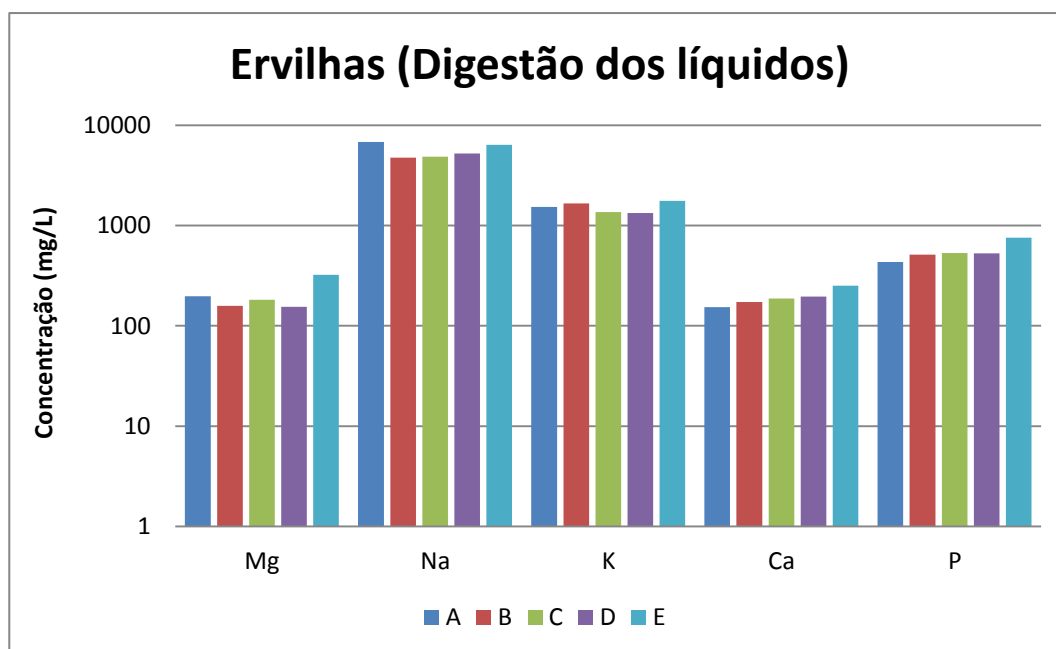


Figura 3.1: Representação gráfica da concentração média de minerais (magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca) e fósforo (P)) para 5 marcas de ervilhas, no líquido de cobertura.

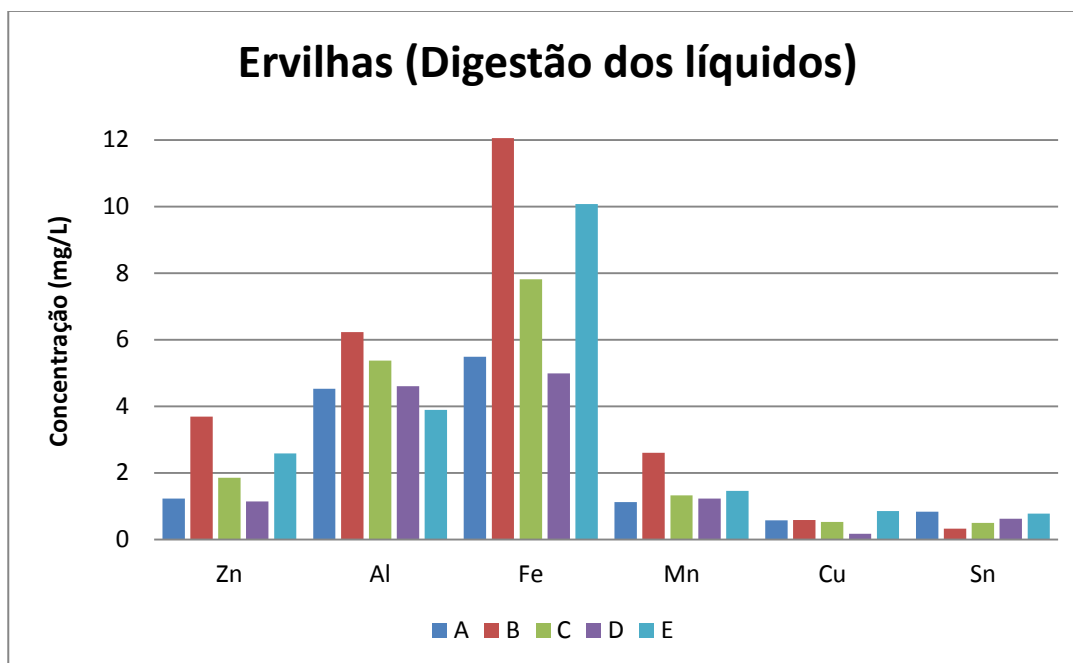


Figura 3.2: Representação gráfica da concentração média de minerais (zinco (Zn), alumínio (Al), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e estanho (Sn)) para 5 marcas de ervilhas, no líquido de cobertura.

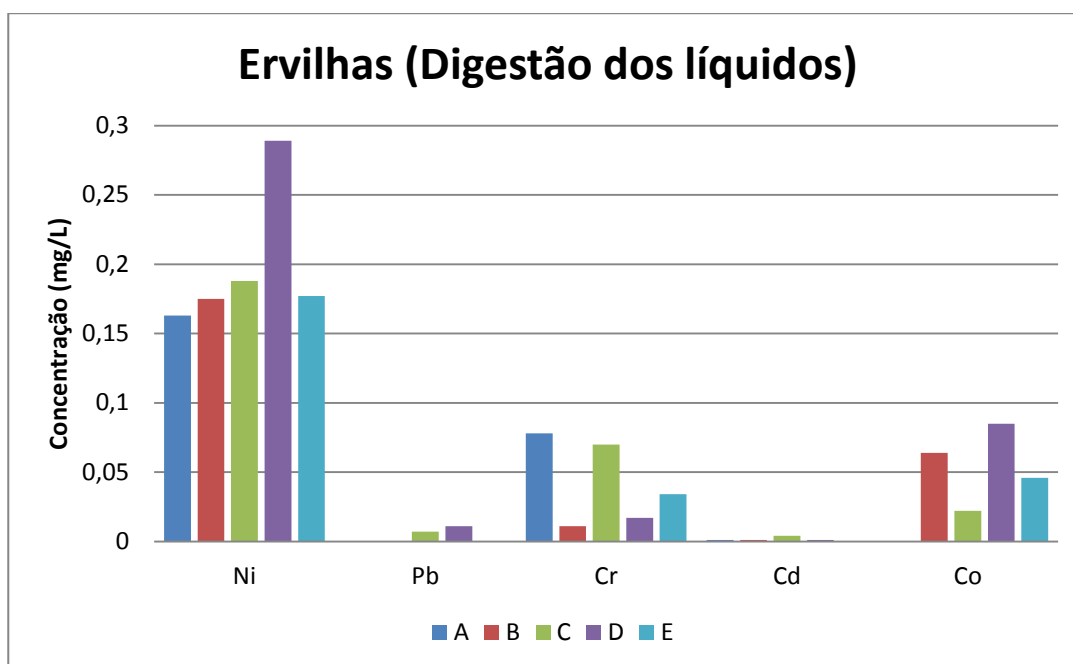


Figura 3.3: Representação gráfica da concentração média de minerais (níquel (Ni), chumbo (Pb), crómio (Cr), cádmio (Cd) e cobalto (Co)) para 5 marcas de ervilhas, no líquido de cobertura.

Para o **tomate**, os minerais que se encontram em maior concentração, tabela 6.4 (valores a azul) e figura 3.4-3.6, para a marca **F**, são o alumínio (7,70 mg/L), ferro (7,54 mg/L), níquel (0,10 mg/L), manganês (0,87 mg/L), cádmio (0,002 mg/L) e fósforo (253 mg/L); para **B**, temos sódio (1286 mg/L), cálcio (189 mg/L), crómio (0,26 mg/L), níquel (0,10 mg/L) e estanho (49,56 mg/L); para **G**, temos níquel (0,10 mg/L); para **C**, temos zinco (1,35 mg/L), cobre (0,74 mg/L) e cobalto (0,08 mg/L); para **E**, temos magnésio (77 mg/L), potássio (2498 mg/L). Para o tomate, a quantidade de chumbo foi nula para todas as marcas.

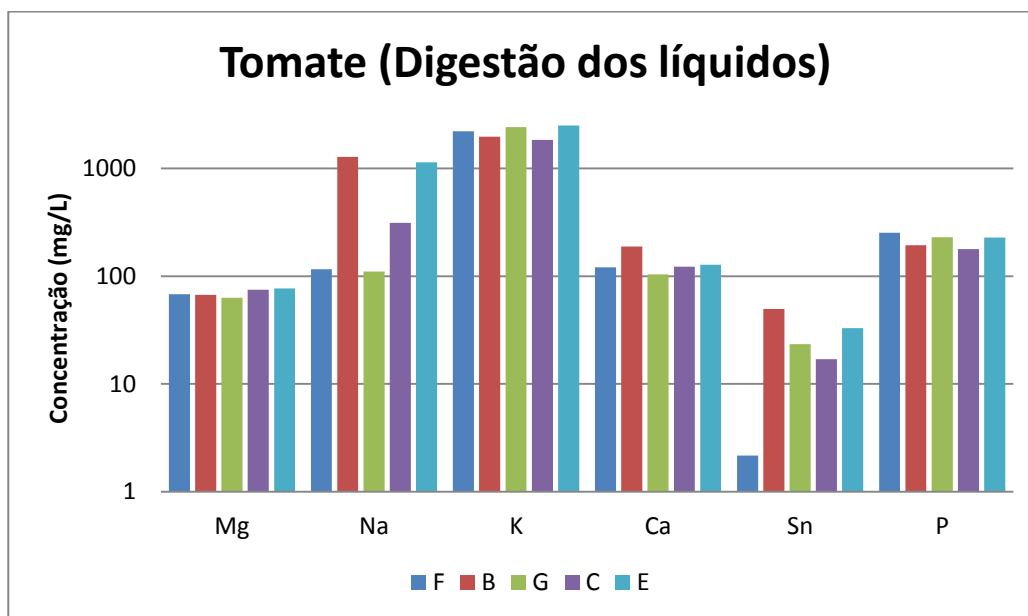


Figura 3.4: Representação gráfica da concentração média de minerais (magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca) estanho (Sn) e fósforo (P)) para 5 marcas de tomate, no líquido de cobertura.

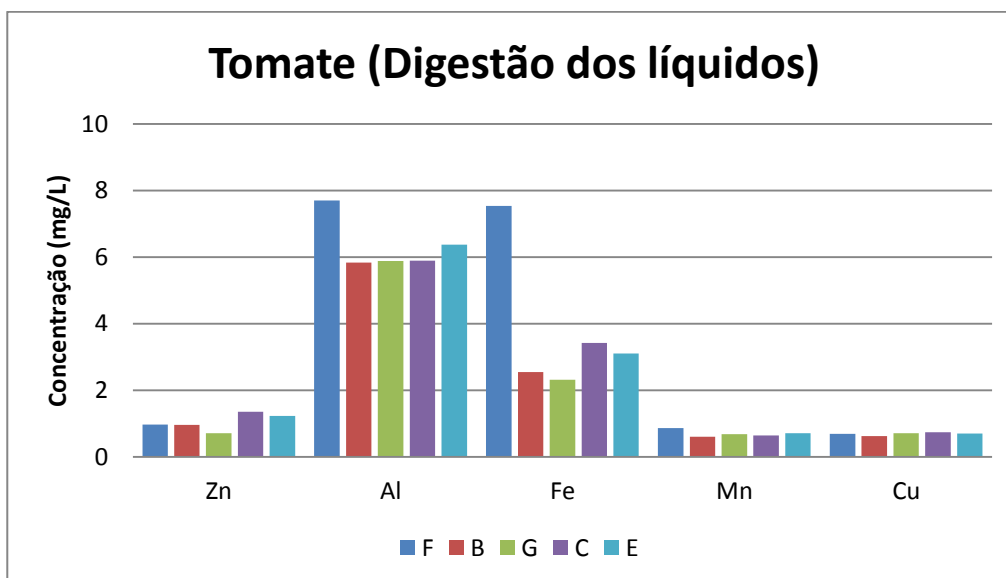


Figura 3.5: Representação gráfica da concentração média de minerais (zinco (Zn), alumínio (Al), ferro (Fe), manganês (Mn) e cobre (Cu)) para 5 marcas de tomate, no líquido de cobertura.

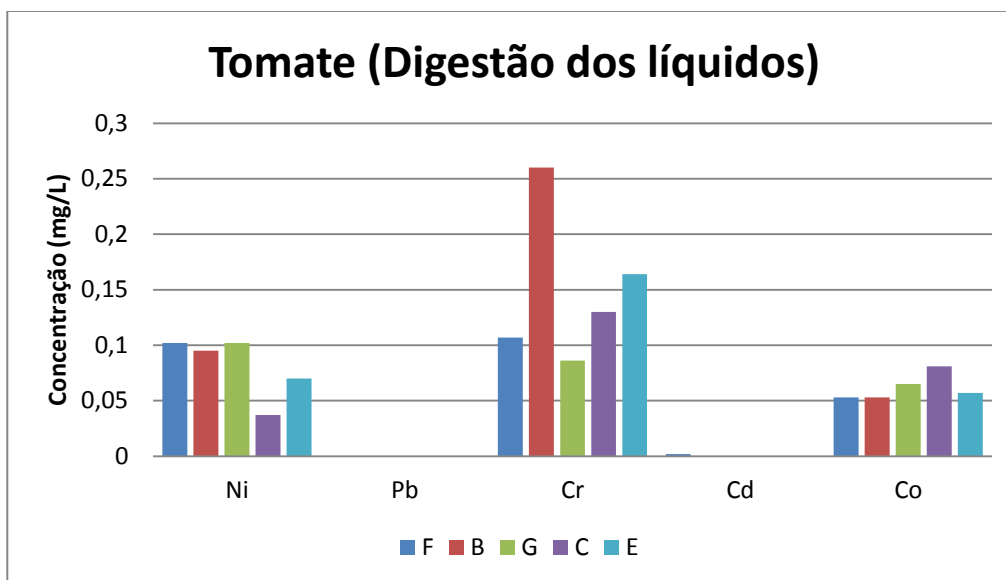


Figura 3.6: Representação gráfica da concentração média de minerais (níquel (Ni), chumbo (Pb), crómio (Cr), cádmio (Cd) e cobalto (Co)) para 5 marcas de tomate, no líquido de cobertura.

Para o **milho**, os minerais que se encontram em maior concentração, tabela 6.7 (valores a azul) e figura 3.7-3.9, para a marca **C**, não temos nenhum mineral, ou seja, os minerais nesta marca encontram-se todos abaixo dos valores maiores; para a marca **E**, temos zinco (3,27 mg/L), ferro (3,74 mg/L), níquel (0,24 mg/L) e crómio (0,79 mg/L); para **B**, temos o estanho (0,77 mg/L); para a **D**, não temos nenhum elemento em maior quantidade que nas outras marcas; para a marca **H**, temos magnésio (204 mg/L), sódio (2342 mg/L), potássio (2436 mg/L), cálcio (50 mg/L), alumínio (6,49 mg/L), manganês (1,44 mg/L), cobre (0,30 mg/L), cobalto (0,07 mg/L) e fósforo (764 mg/L). No milho a quantidade de chumbo e cádmio é não detectável para todas as marcas.

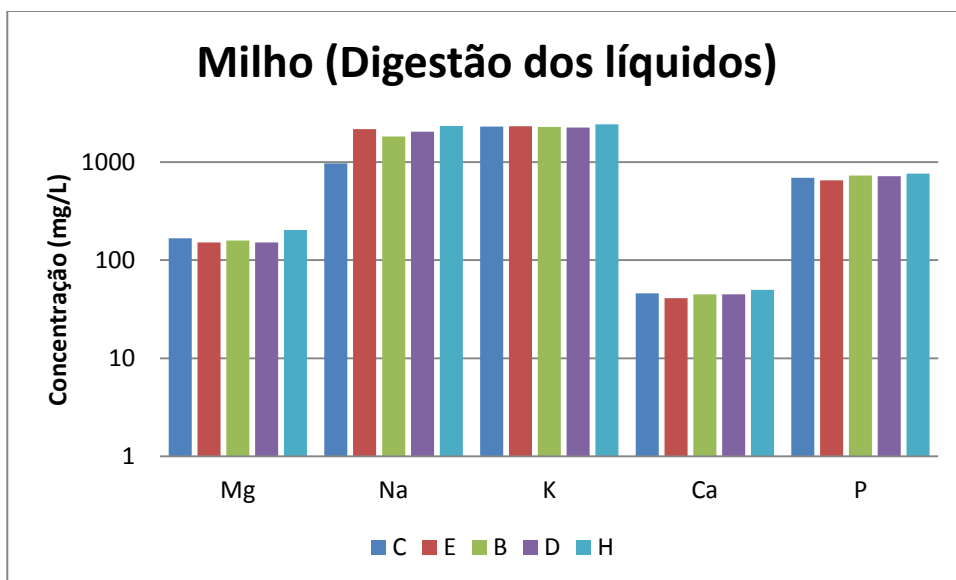


Figura 3.7: Representação gráfica da concentração média de minerais (magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca) e fósforo (P)) para 5 marcas de milho, no líquido de cobertura.

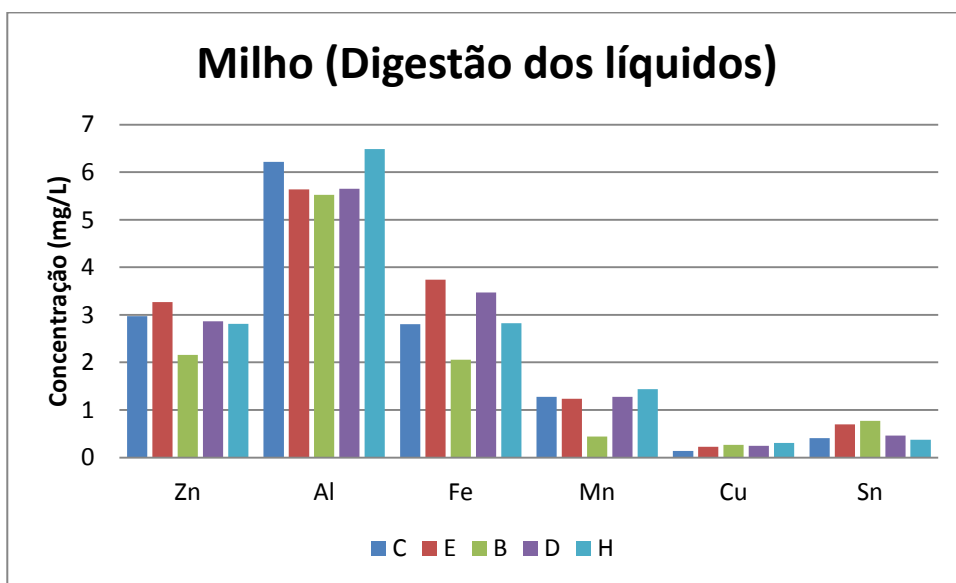


Figura 3.8: Representação gráfica da concentração média de minerais (zinco (Zn), alumínio (Al), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e estanho (Sn)) para 5 marcas de milho, no líquido de cobertura.

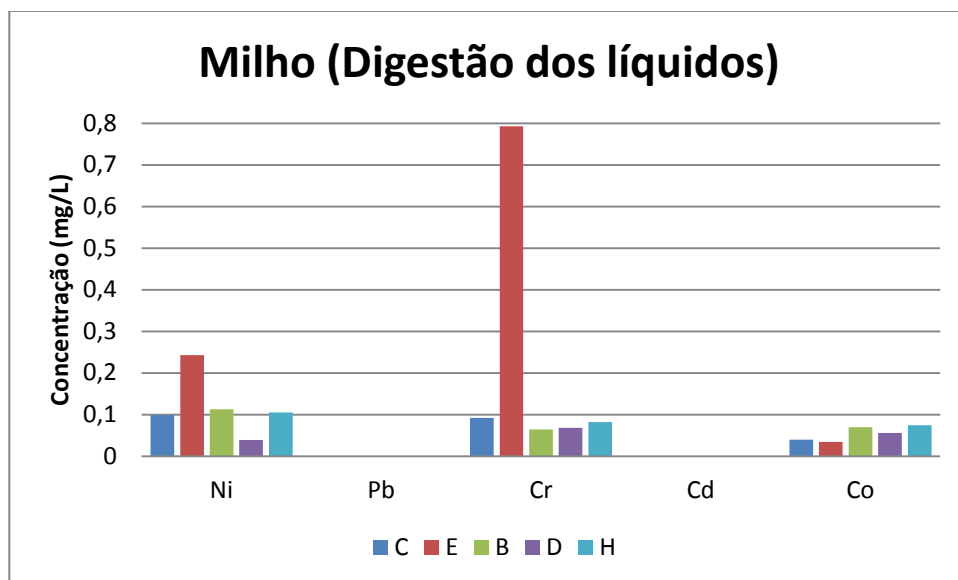


Figura 3.9: Representação gráfica da concentração média de minerais (níquel (Ni), chumbo (Pb), crómio (Cr), cádmio (Cd) e cobalto (Co)) para 5 marcas de milho, no líquido de cobertura.

Para o **grão**, os minerais que se encontram em maior concentração, tabela 6.10 (valores a azul) e figura 3.10-3.12, para a marca **A**, é o sódio (2598 mg/L); para a marca **I**, temos ferro (15,09 mg/L), cobalto (0,10 mg/L) e estanho (2,09 mg/L); para o **E**, temos magnésio (282 mg/L), potássio (2263 mg/L), zinco (4,97 mg/L), manganês (6,70 mg/L) e fósforo (1047 mg/L); para **C**, temos magnésio (282 mg/L), alumínio (6,25 mg/L) e crómio (0,94 mg/L); para a marca **B**, temos cálcio (181 mg/L), níquel (0,91 mg/L) e cobre (0,57 mg/L). No grão a quantidade de chumbo e cádmio não é detectável para todas as marcas.

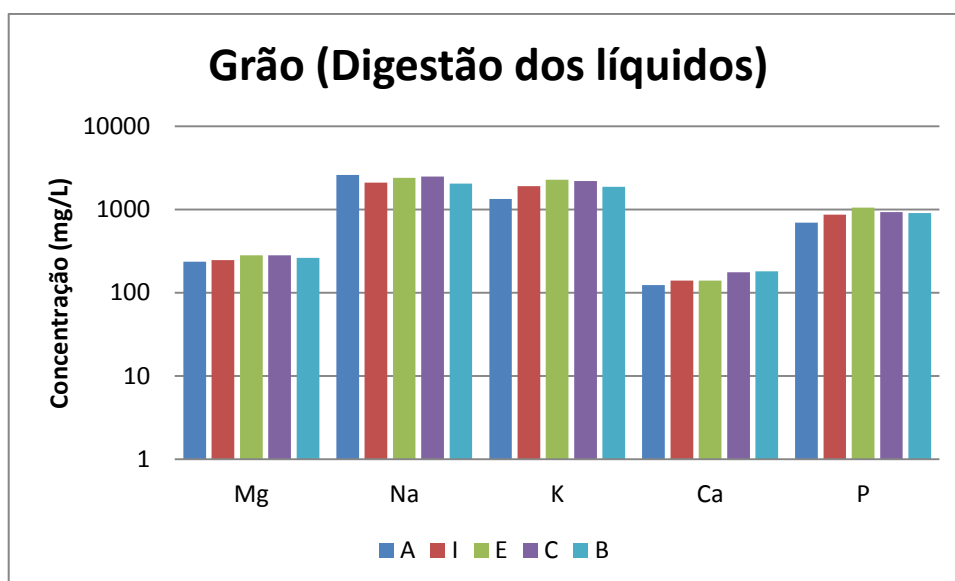


Figura 3.10: Representação gráfica da concentração média de minerais (magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca) e fósforo (P)) para 5 marcas de grão, no líquido de cobertura.



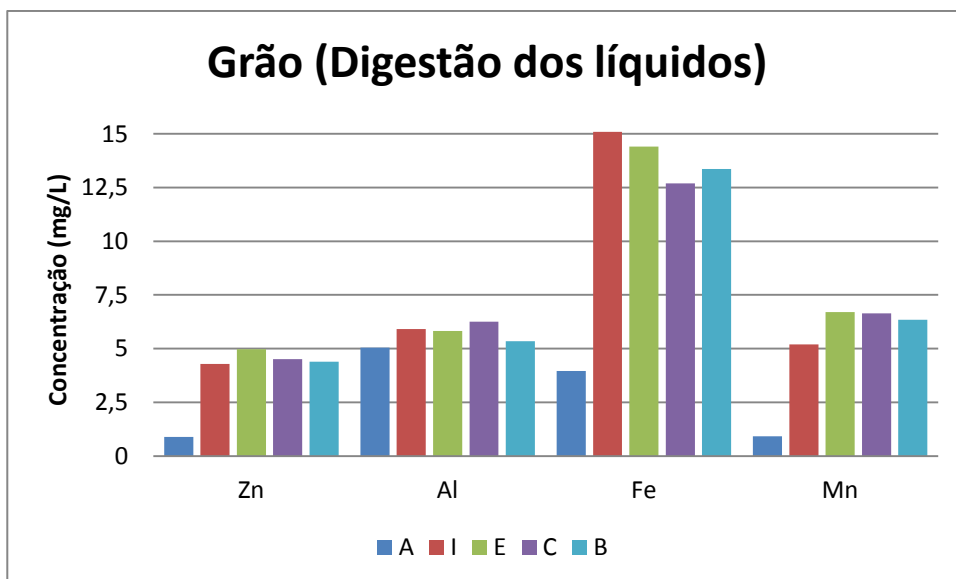


Figura 3.11: Representação gráfica da concentração média de minerais (zinco (Zn), alumínio (Al), ferro (Fe), e manganês (Mn)) para 5 marcas de grão, no líquido de cobertura.

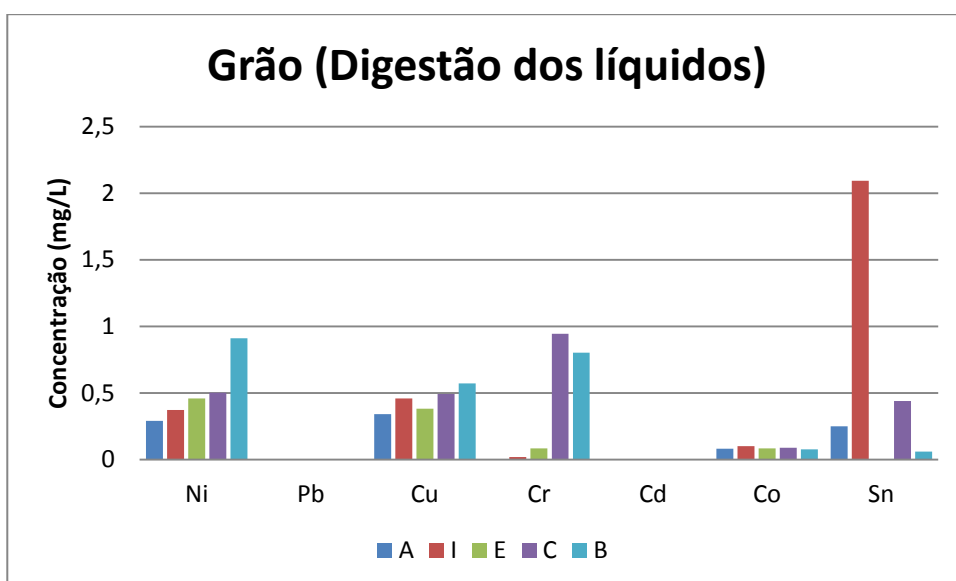


Figura 3.12: Representação gráfica da concentração média de minerais (níquel (Ni), chumbo (Pb), cobre (Cu), crómio (Cr), cádmio (Cd), cobalto (Co) e estanho (Sn)) para 5 marcas de grão, no líquido de cobertura.

Para o **feijão**, os minerais que se encontram em maior concentração, tabela 6.13 (valores a azul) e figura 3.13-3.15, para a marca **B**, temos o níquel (1,37 mg/L), manganês (3,93 mg/L) e fósforo (2422 mg/L); para a **I**, temos magnésio (418 mg/L), potássio (3312 mg/L), zinco (4,82 mg/L) e cálcio (262 mg/L); para a marca **C**, temos alumínio (5,66 mg/L), ferro (14,51 mg/L), cobre (0,69 mg/L) e crómio (0,03 mg/L); para **E**, temos crómio (0,03 mg/L); por fim para a marca **A**, temos sódio (2446 mg/L) e estanho (0,64 mg/L). No feijão a quantidade de chumbo e cádmio não é detectável para todas as marcas.

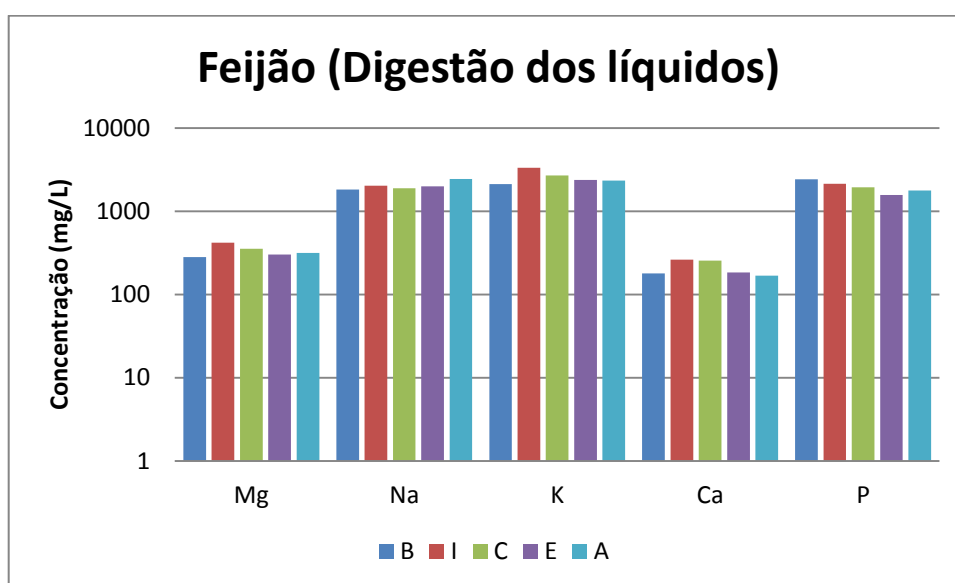


Figura 3.13: Representação gráfica da concentração média de minerais (magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca) e fósforo (P)) para 5 marcas de feijão, no líquido de cobertura.

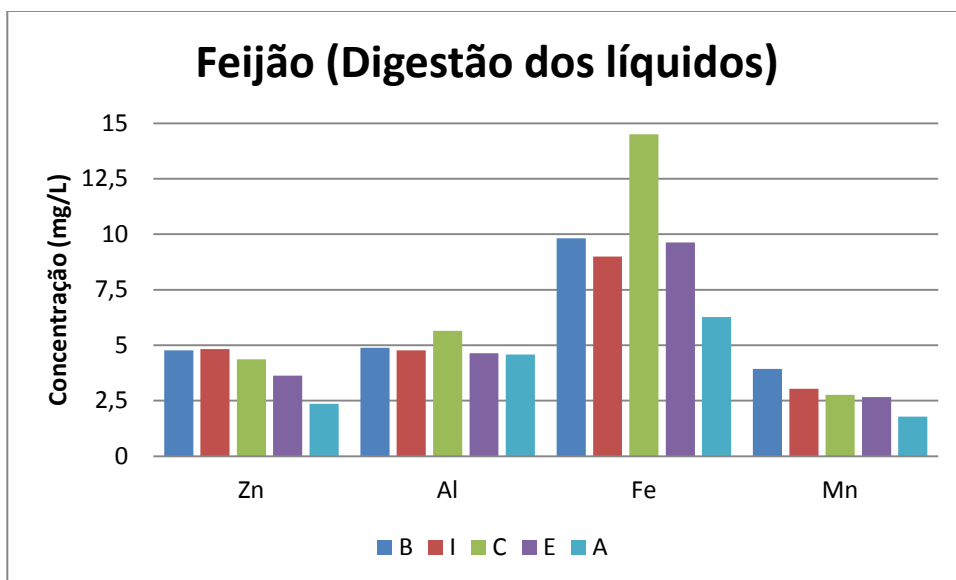


Figura 3.14: Representação gráfica da concentração média de minerais (zinco (Zn), alumínio (Al), ferro (Fe) e manganês (Mn)) para 5 marcas de feijão, no líquido de cobertura.

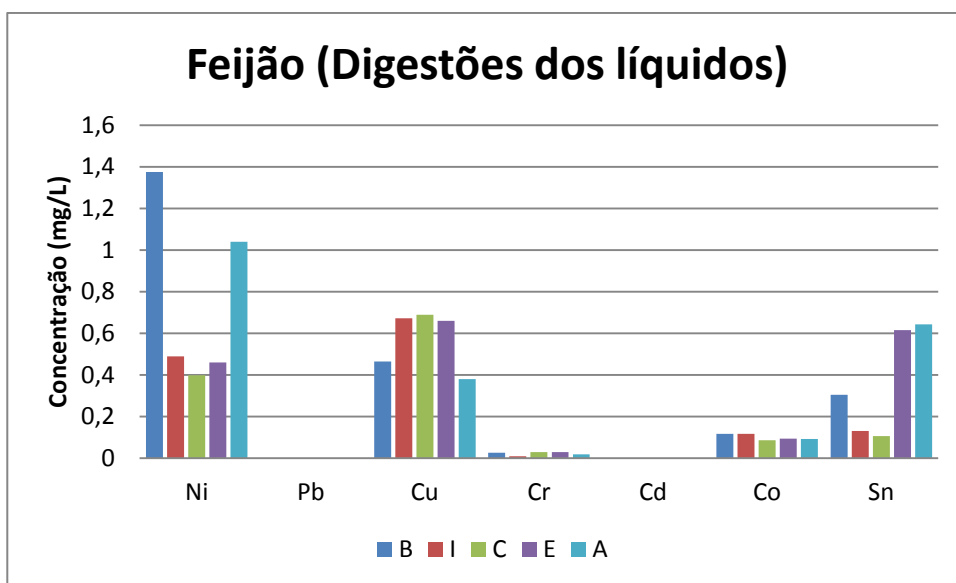


Figura 3.15: Representação gráfica da concentração média de minerais (níquel (Ni), chumbo (Pb), cobre (Cu), crómio (Cr), cádmio (Cd), cobalto (Co) e estanho (Sn)) para 5 marcas de feijão, no líquido de cobertura.

Tendo em conta os minerais, construiu-se a tabela 3.6 que indica a marca e o alimento onde se encontram as maiores concentrações de cada elemento. Na tabela 3.6, pode-se observar que o líquido de cobertura do feijão da marca I é muito rico na maioria dos macro elementos essenciais, caso este seja incorporado na dieta, por exemplo em sopas, poderá ser uma mais valia nutricional. O líquido do grão da marca I é a marca e que contém maior concentração de ferro, podendo por isso ser um suplemento importante para doentes que possuam deficiência em ferro, por exemplo doentes com anemia, caso este seja consumido. As ervilhas da marca D, as ervilhas da marca C e o Tomate da marca B, são os líquidos onde se encontram maiores quantidades de chumbo, cádmio e estanho, respectivamente.

Tabela 3.6: Marca e líquido do alimento onde se encontram maiores concentrações de cada mineral.

Elemento	Marca e líquido do alimento
Mg	Feijão da marca I
Na	Ervilhas da marca A
K	Feijão da marca I
Zn	Grão da marca E
Ca	Feijão da marca I
Al	Tomate da marca F
Fe	Grão da marca I
Ni	Feijão da marca B
Mn	Grão da marca E
Pb	Ervilhas da marca D
Cu	Ervilhas da marca E
Cr	Grão da marca C
Cd	Ervilhas da marca C
Co	Feijão da marca B
Sn	Tomate da marca B
P	Feijão da marca B

### 3.1.2 Digestão seca e húmida dos alimentos

As tabelas 3.7-3.11, referente à quantidade de sódio em cada alimento, concentrações médias obtidas para os dois métodos de digestão, digestão húmida e seca, permitem a comparação dos resultados obtidos com os do rótulo.

#### Para as **ervilhas**:

Tabela 3.7: Quantidade de sódio presente nos rótulos e quantidades obtidas para os dois métodos, em g de sódio/100 g de ervilhas.

Marcas	Rótulo (g/100g)	Digestão húmida (g/100g)	Digestão seca (g/100g)
A	0,20	0,26±0,02	0,28±0,01
B	0,23	0,18±0,01	0,20±0,00
C	0,32	0,29±0,03	0,33±0,05
D	0,27	0,21±0,01	0,21±0,01
E	0,28	0,22±0,01	0,30±0,12

Para as **ervilhas** da marca A, a quantidade (g de sódio / 100 g de amostra) de sódio que se encontra rotulado é inferior à quantidade que foi quantificada, podemos dizer que a quantidade deste elemento é superior ao que os industriais descrevem. Para as marcas B, C e E a concentração de sódio rotulado é relativamente próxima da quantificada no presente estudo. Para a marca D o valor rotulado é superior ao quantificado no estudo, podem ter ocorrido perdas durante o tratamento das amostras (digestões).

#### Para o **Tomate**:

Tabela 3.8: Quantidade de sódio presente nos rótulos e quantidades obtidas para os dois métodos, em g de sódio/100 g de tomate.

Marcas	Rótulo (g/100g)	Digestão húmida (g/100g)	Digestão seca (g/100g)
F	0,03	0,005±0,000	0,01±0,00
B	0,08	0,11±0,05	0,14±0,01
G	---	0,01±0,00	0,02±0,01
C	0,01	0,05±0,02	0,05±0,01
E	0,20	0,16±0,05	0,18±0,06

Para o **tomate** da marca F, a quantidade (g de sódio / 100 g de amostra) de sódio que se encontra rotulado é superior à quantidade que foi quantificada, podem ter ocorrido perdas durante a preparação das amostras (digestões). Para a marca B e C o valor rotulado é inferior ao quantificado, podemos dizer que a quantidade deste elemento é superior ao que os industriais descrevem. Para a marca E a quantidade de sódio rotulado é relativamente próxima da quantificada no presente estudo. A marca G não possui qualquer informação de valores nutricionais.

#### Para o **Milho**:

Tabela 3.9: Quantidade de sódio presente nos rótulos e quantidades obtidas para os dois métodos, em g de sódio/100 g de milho.

Marcas	Rótulo (g/100g)	Digestão húmida (g/100g)	Digestão seca (g/100g)
C	0,12	0,09±0,04	0,10±0,04
E	0,30	0,14±0,00	0,20±0,01
B	0,18	0,12±0,00	0,17±0,00
D	0,23	0,13±0,00	0,20±0,00
H	---	0,17±0,01	0,23±0,03

Para o **milho** da marca E, B e D, a quantidade (g de sódio / 100 g de amostra) de sódio que se encontra rotulado é superior à quantidade que foi quantificada, podem ter ocorrido perdas de sódio durante a preparação das amostras (digestões). Para a marca C, a quantidade de sódio rotulado é concordante com a quantificada no presente estudo. A marca H não possui qualquer informação de valores nutricionais.

#### Para o **Grão**:

Tabela 3.10: Quantidade de sódio presente nos rótulos e quantidades obtidas para os dois métodos, em g de sódio/100 g de grão.

Marcas	Rótulo (g/100g)	Digestão húmida (g/100g)	Digestão seca (g/100g)
A	0,37	0,19±0,01	0,20±0,01
I	0,25	0,17±0,02	0,16±0,00
E	0,30	0,15±0,00	0,17±0,01
C	0,25	0,15±0,01	0,17±0,01
B	0,25	0,17±0,02	0,17±0,00

Para o **grão** a quantidade (g de sódio / 100 g de amostra) de sódio que se encontra rotulado é superior à quantidade que foi quantificada, isto pode ser explicado por possíveis perdas durante o tratamento das amostras (digestões).

Para o **feijão**:

Tabela 3.11: Quantidade de sódio presente nos rótulos e quantidades obtidas para os dois métodos, em g de sódio/100 g de feijão.

Marcas	Rótulo (g/100g)	Digestão húmida (g/100g)	Digestão seca (g/100g)
B	0,31	0,19±0,06	0,19±0,07
I	0,31	0,26±0,14	0,18±0,03
C	0,31	0,37±0,21	0,19±0,04
E	0,60	0,17±0,06	0,19±0,03
A	0,35	0,26±0,10	0,25±0,03

Para o **feijão** da marca B e E, a quantidade (g de sódio / 100 g de amostra) de sódio que se encontra rotulado é superior à quantidade que foi quantificada, podem ter ocorrido perdas durante a fase de tratamento das amostras (digestões). Para o feijão da marca C, a quantidade rotulada é superior à quantidade obtida pelo método de digestão seca e inferior para a digestão húmida, para esta amostra, dependendo do método obtêm-se quantidade muito distintas, podendo por isso ter ocorrido perdas ou contaminações durante a fase de preparação das amostras (digestões). Para a marca I e A, os valores rotulados são concordantes com os métodos das digestões húmidas. Em relação à digestão seca podem ter ocorrido perdas na preparação das amostras, pois os valores descritos pelos industriais são superiores aos valores quantificados.

Na comparação dos dados obtidos (tabela 3.12) com os da literatura, verificamos que estes dependem, da origem e tipo de alimento e do revestimento da lata. Podemos observar que estudos feitos no mesmo país, têm concentrações diferentes para o mesmo metal.

Nas **ervilhas**, a concentração média para a digestão húmida e seca de zinco é de 24,9 mg/Kg e 21,1 mg/Kg, respectivamente. Estes valores de concentração são maiores que os valores encontrados por Tuzen *et al.*(2006) (11,6 mg/Kg). Já para o alumínio o valor encontrado por Tuzen *et al.*(2006) (1,27 mg/Kg), para ervilhas turcas, é menor que o encontrado em ervilhas de Portugal (13,1 mg/Kg para digestão húmida e 18,1 mg/kg para seca). A concentração de ferro encontrado no presente estudo é de 49,0 mg/Kg para a digestão húmida e 54,7 mg/Kg para a seca. Para Tuzen *et al.*(2006) a sua

concentração é superior (65,1 mg/Kg). Em relação ao níquel o valor encontrado (0,69 mg/Kg para a digestão húmida e 1,56 mg/Kg para a seca) é relativamente próximo da literatura (0,55 mg/Kg). O valor da concentração de manganês em ervilhas de Portugal é maior para a digestão húmida (13,5 mg/Kg) e menor para a digestão seca (6,25 mg/Kg), que o valor encontrado por Tuzen *et al.*(2006) é de 9,47 mg/Kg. Para o cobre a concentração é maior em ervilhas comercializadas em Portugal do que na Turquia, sendo para Portugal de 6,70 mg/Kg para a digestão húmida e 7,06 mg/Kg para a seca e para a Turquia é de 2,94 mg/Kg (Tuzen *et al.*(2006)). Para o crómio a sua concentração é ligeiramente maior em ervilhas encontradas no mercado português (0,31 mg/Kg para a digestão húmida e 0,50 mg/Kg para a seca) em comparação com as ervilhas encontradas na Turquia (0,19 mg/Kg (Tuzen *et al.*(2006)) e 0,21 mg/Kg para ervilhas enlatadas e 0,18 mg/Kg para ervilhas frescas (Bratakos *et al.*(2002)). Para o cobalto a sua concentração é de 0,20 mg/Kg para digestão húmida e 0,24 mg/Kg para a seca, enquanto a concentração descoberta por Tuzen *et al.*(2006) é superior (0,58 mg/Kg).

No **tomate**, a concentração média para a digestão húmida e seca de magnésio é de 1198 mg/Kg e 1330 mg/Kg, para o sódio é 7867 mg/Kg e 11224 mg/Kg, para o potássio é 34745 mg/Kg e 34550 mg/Kg, para cálcio é 2291 mg/Kg, respectivamente. Em Adotey *et al.*(2009), o valor encontrado para o magnésio, sódio, potássio e cálcio, no alimento fresco no Gana, é de 160 mg/Kg, 323,8 mg/Kg, 2840 mg/Kg e 170 mg/Kg, respectivamente. Podemos verificar que este alimento no Gana possui concentração baixa para todos estes macroelementos. Por outro lado, para Portugal a concentração de manganês e cobalto são de 13,7 mg/Kg e 11,5 mg/Kg para o manganês e 1,13 mg/Kg e 0,47 mg/Kg para o cobalto, respectivamente. Os valores encontrados em Adotey *et al.*(2009) (37,02 mg/Kg para o manganês e 5,36 mg/Kg para o cobalto) e os encontrados em Tuzen *et al.*(2006) (6,46 mg/Kg para o manganês e 0,72 mg/Kg para o cobalto). O tomate produzido e comercializado em Portugal possui concentrações de manganês maiores que os encontrados em produtos turcos e menores que os produtos do Gana, em relação ao cobalto, as concentrações são próximas dos produtos da Turquia e menores que os produtos do Gana. A concentração média encontrada, para o zinco neste estudo é de 15,3 mg/Kg para a digestão húmida e 17,2 mg/Kg para a digestão seca e quando comparado com o estudo efectuado por Tuzen *et al.*(2006), verificamos que o valor deste estudo é inferior, 10,5 mg/Kg. Para o alumínio a concentração média é de 30,7 mg/Kg para a digestão húmida e 194 mg/Kg para a seca, o valor encontrado na literatura é de 1,55 mg/Kg (Tuzen *et al.*(2006)), sendo por isso possível encontrar tomate enlatado com mais alumínio em Portugal que na Turquia. Para o ferro, a sua concentração no presente estudo é de 40,1 mg/Kg para a digestão húmida e 60,6 mg/Kg para a seca, na literatura o seu valor é menor sendo de 47,7



mg/Kg (Tuzen *et al.*(2006)) e 35,9 mg/Kg (Tokalioglu e Gurbuz (2010)). Para o níquel, a sua concentração é de 1,13 mg/Kg, digestão húmida e 2,44 mg/Kg para a seca, em Tuzen *et al.*(2006) a sua concentração é mais baixa, 0,18 mg/Kg. Em relação ao cobre, a sua concentração é de 12,1 mg/Kg, digestão húmida e 16,6 mg/Kg para a seca. Para Tuzen *et al.*(2006) e Tokalioglu e Gurbuz (2010), a concentração encontrada de cobre é menor, é de 4,24 mg/Kg e 3,43 mg/Kg, respectivamente. Por fim, para o crómio, as concentrações médias são de 3,16 mg/Kg para a digestão húmida e 2,19 mg/Kg para a seca, o valor encontrado por Bratakos *et al.*(2002) para tomate enlatado é menor (0,13 mg/Kg) e para o tomate fresco o seu valor é bastante menor (0,09 mg/Kg), o mesmo acontece para Tuzen *et al.*(2006) sendo esta concentração de 0,52 mg/Kg.

Para o **milho**, as concentrações de zinco, alumínio, ferro, níquel, manganês, cobre, crómio e cobalto para os dois métodos estudados, digestão húmida e seca, são respectivamente de 20,2 mg/Kg e 18,1 mg/Kg de zinco, 9,25 mg/Kg e 27,5 mg/Kg de alumínio, 21,0 mg/Kg e 14,5 mg/Kg de ferro, 0,38 mg/Kg e 0,19 mg/Kg de níquel, 6,07 mg/Kg e 2,67 mg/Kg de manganês, 2,92 mg/Kg e 2,75 mg/Kg de cobre, 0,52 mg/Kg e 0,56 mg/Kg de crómio e 0,17 mg/Kg e 0,13 mg/Kg de cobalto. Ao compararmos com a literatura verificamos que a concentração de zinco, alumínio, crómio e cobalto são maiores em Portugal que na Turquia, sendo este de 8,50 mg/Kg, 1,73 mg/Kg, 0,21 mg/Kg e 0,32 mg/Kg (Tuzen *et al.*(2006)). Todos os outros valores descritos em Tuzen *et al.*(2006) são maiores, para o ferro (51,2 mg/Kg), para o níquel 0,66 mg/Kg, para o manganês 7,89 mg/Kg e para o cobre 3,52 mg/Kg.

Para o **feijão**, as concentrações encontradas em Portugal, no presente estudo, de zinco (12,4 mg/Kg digestão húmida e 13,2 mg/Kg digestão seca), cobre (6,53 mg/Kg digestão húmida e 8,44 mg/Kg digestão seca) e cobalto (0,31 mg/Kg digestão húmida e 0,18 mg/Kg digestão seca) são próximas das encontradas por Tuzen *et al.*(2006) (12,8 mg/Kg para o zinco, 7,77 mg/Kg para o cobre e 0,20 mg/Kg para o cobalto). Por outro lado, para o alumínio (4,34 mg/Kg digestão húmida e 13,0 mg/Kg digestão seca), ferro (43,9 mg/Kg digestão húmida e 43,5 mg/Kg digestão seca), níquel (2,16 mg/Kg digestão húmida e 2,14 mg/Kg digestão seca) e crómio (0,62 mg/Kg digestão húmida e 0,67 mg/Kg digestão seca) os valores encontrados no presente estudo são maiores que os produtos comercializados na Turquia (1,42 mg/Kg para o alumínio, 31,3 mg/Kg para o ferro, 0,55 mg/Kg para o níquel e 0,37 mg/Kg para o crómio). O manganês é o único elemento que se encontra em menores quantidades em produtos comercializados em Portugal (9,51 mg/Kg digestão húmida e 6,86 mg/Kg digestão seca) quando comparado com a concentração encontrada por Tuzen *et al.*(2006) (15,5 mg/Kg).

Tabela 3.12: Média dos minerais para cada alimento, para os dois métodos utilizados, digestão húmida e seca, em mg/Kg.

	Ervilhas		Tomate		Milho		Grão		Feijão	
	Húmida	Seca	Húmida	Seca	Húmida	Seca	Húmida	Seca	Húmida	Seca
Mg	1020	846	1198	1330	817	783	880	944	925	864
Na*	10,4	11,0	7,87	11,2	5,29	7,51	5,09	5,38	6,23	6,69
K*	5,91	6,91	34,7	34,5	9,05	10,1	4,68	4,80	8,53	7,69
Zn	24,9	21,1	15,3	17,2	20,2	18,1	15,5	18,4	12,4	13,2
Ca	1226	1215	2291	2905	265	246	1273	1441	1710	1801
Al	13,1	18,1	30,7	194	9,25	27,5	8,92	5,70	4,34	13,0
Fe	49,0	54,7	40,1	60,6	21,0	14,5	39,5	15,3	43,9	43,5
Ni	0,69	1,56	1,13	2,44	0,38	0,19	0,88	1,14	2,16	2,14
Mn	13,5	6,25	13,7	11,5	6,07	2,67	30,6	17,8	9,51	6,86
Pb	0,01	0,27	0,04	0,06	<LD	<LD	0,01	<LD	<LD	0,11
Cu	6,70	7,06	12,1	16,6	2,92	2,75	7,25	8,49	6,53	8,44
Cr	0,31	0,50	3,16	2,19	0,52	0,56	0,44	0,19	0,62	0,67
Cd	0,00	0,003	0,02	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,001
Co	0,20	0,24	1,13	0,47	0,17	0,13	0,19	0,11	0,31	0,18
Sn	2,13	1,23	311	392	2,22	0,81	0,95	1,02	1,35	0,61
P	4192	6936	3900	5246	2409	3709	2668	7371	3969	14882

\* a concentração deste elemento encontra-se em g/Kg

LD – limite de detecção

Tendo em conta as doses diárias recomendadas, os valores máximos recomendáveis e os valores máximos admissíveis, apresentados na tabela 1.5, foi possível calcular as quantidades percentuais dos elementos numa dose (tabela 3.13) de cada alimento, sendo estes resultados apresentados nas seguintes figuras (3.16-3.25).

Tabela 3.13: Doses, em gramas, encontradas nos rótulos para cada um dos alimentos estudados.

Ervilhas		Tomate		Milho		Grão		Feijão	
A	80	F	100	H	100	A	80	A	80
B	125	B	100	B	70	B	80	B	80
C	80	C	100	C	70	C	80	C	80
D	100	G	100	D	100	I	80	I	80
E	65	E	150	E	65	E	80	E	80

## Ervilhas

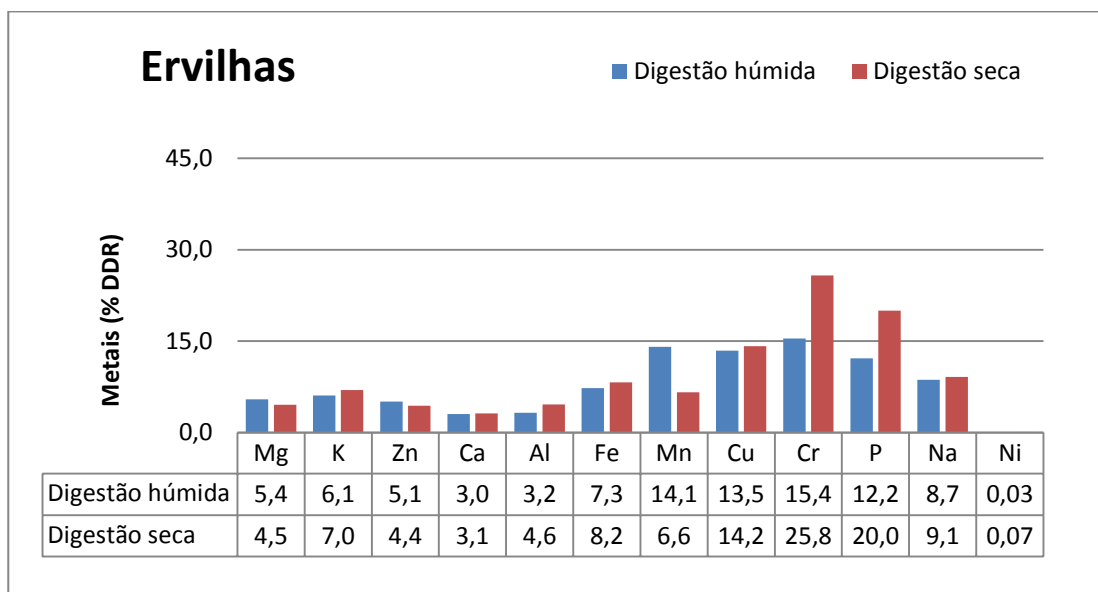


Figura 3.16: Representação gráfica das percentagens de metais (magnésio (Mg), potássio (K), zinco (Zn), cálcio (Ca), alumínio (Al), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), crómio (Cr), fósforo (P) e sódio (Na) e níquel (Ni)) por dose nas ervilhas em relação à dose diária recomendada.

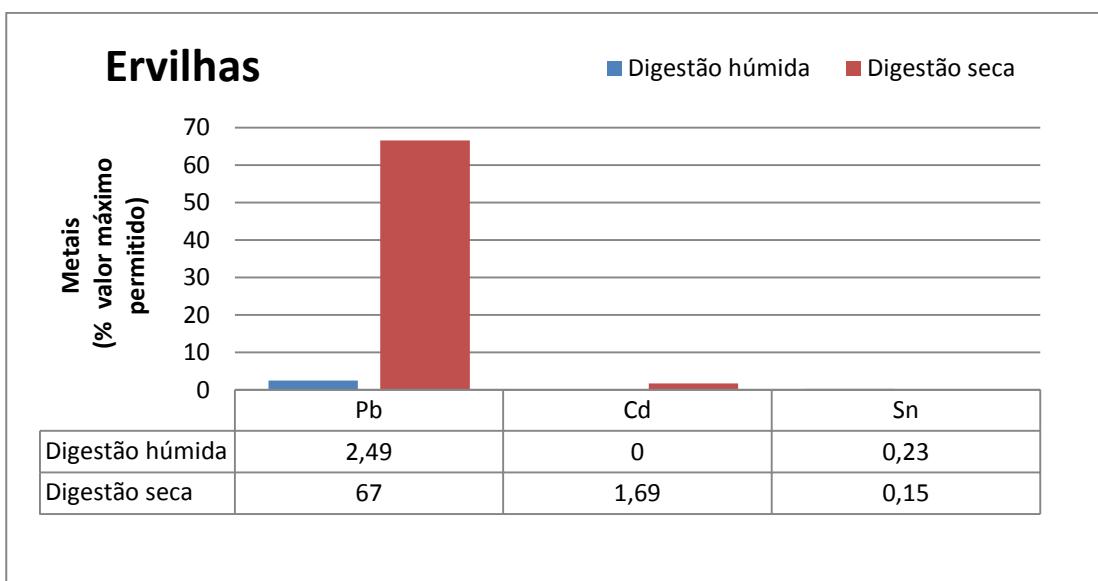


Figura 3.17: Representação gráfica das percentagens de metais (chumbo (Pb), cádmio (Cd) e estanho (Sn)) nas ervilhas em relação ao valor máximo admissível.

Tomate

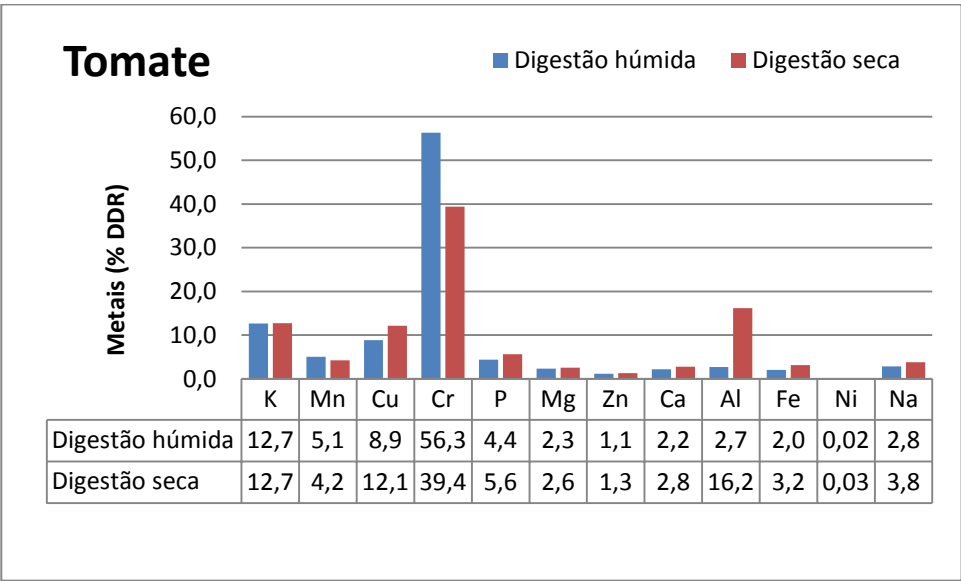


Figura 3.18: Representação gráfica das percentagens de metais (potássio (K), manganês (Mn), cobre (Cu), crómio (Cr), fósforo (P), magnésio (Mg), Zinco (Zn), cálcio (Ca), alumínio (Al), ferro (Fe), níquel (Ni) e sódio (Na)) por dose no tomate em relação à dose diária recomendada.

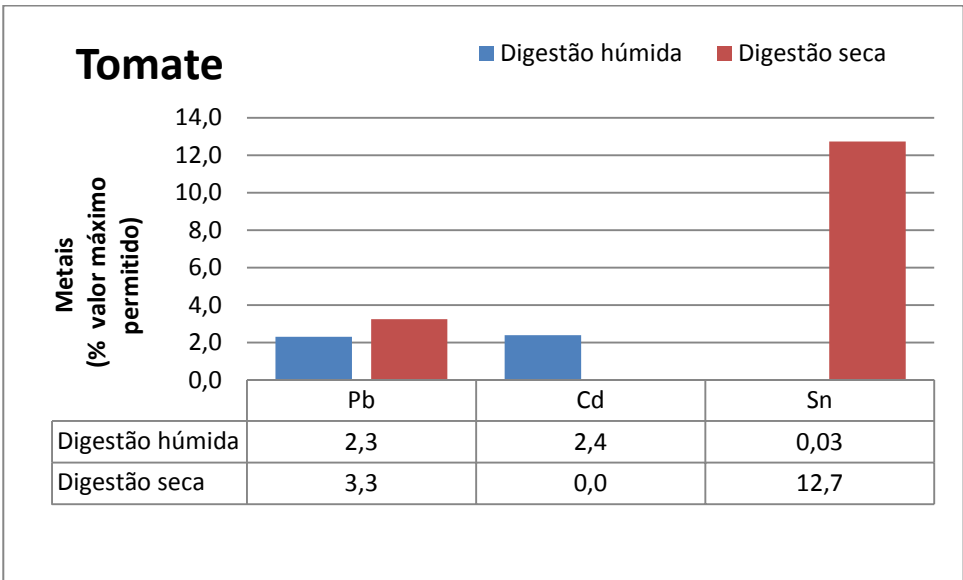


Figura 3.19: Representação gráfica das percentagens de metais (chumbo (Pb), cádmio (Cd) e estanho (Sn)) por valor máximo admissível no tomate em relação ao valor máximo admissível.

Milho

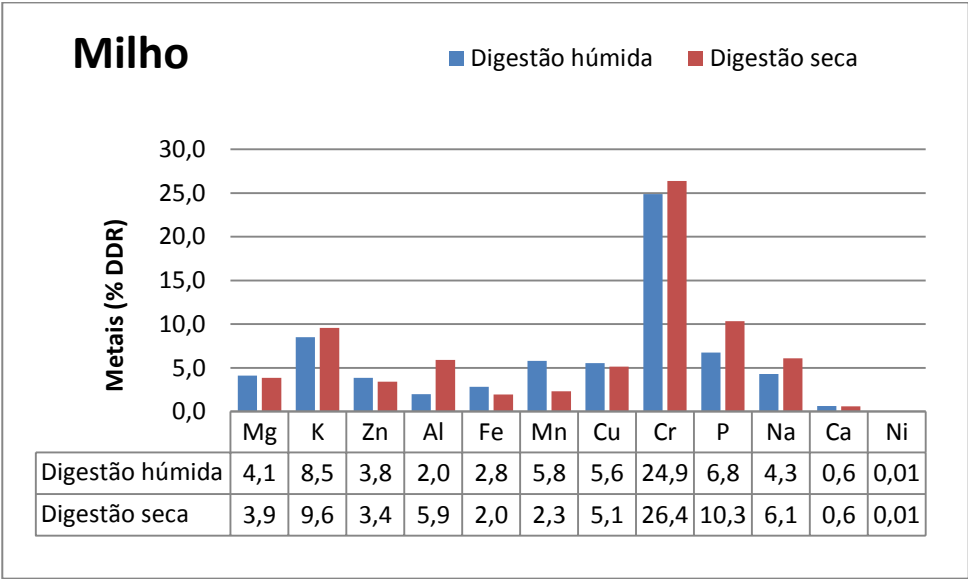


Figura 3.20: Representação gráfica das percentagens de metais (magnésio (Mg), potássio (K), zinco (Zn), alumínio (Al), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), crómio (Cr), fósforo (P), sódio (Na), cálcio (Ca) e níquel (Ni)) por dose no milho em relação à dose diária recomendada.

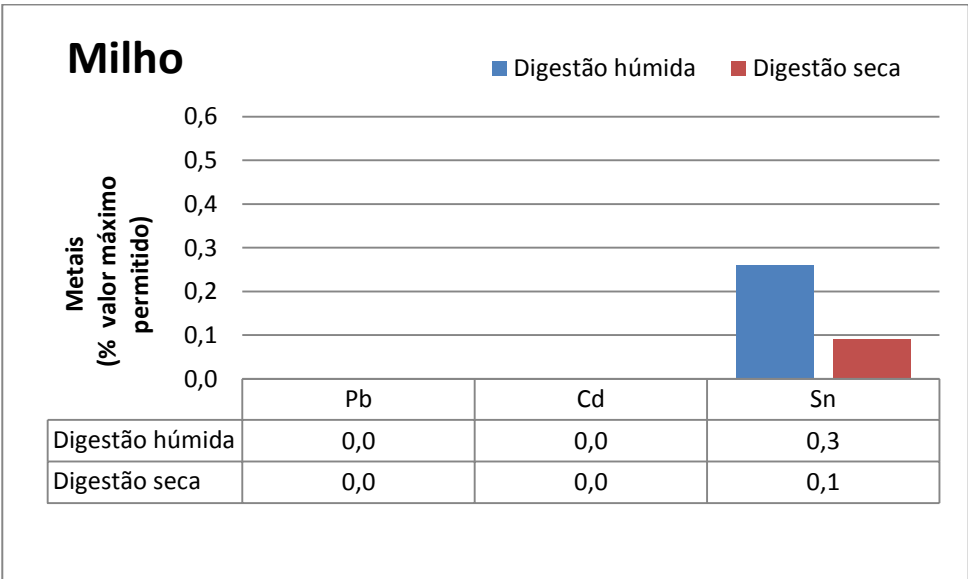


Figura 3.21: Representação gráfica das percentagens de metais (chumbo (Pb), cádmio (Cd) e estanho (Sn)) por valor máximo admissível no milho em relação ao valor máximo admissível.

Grão

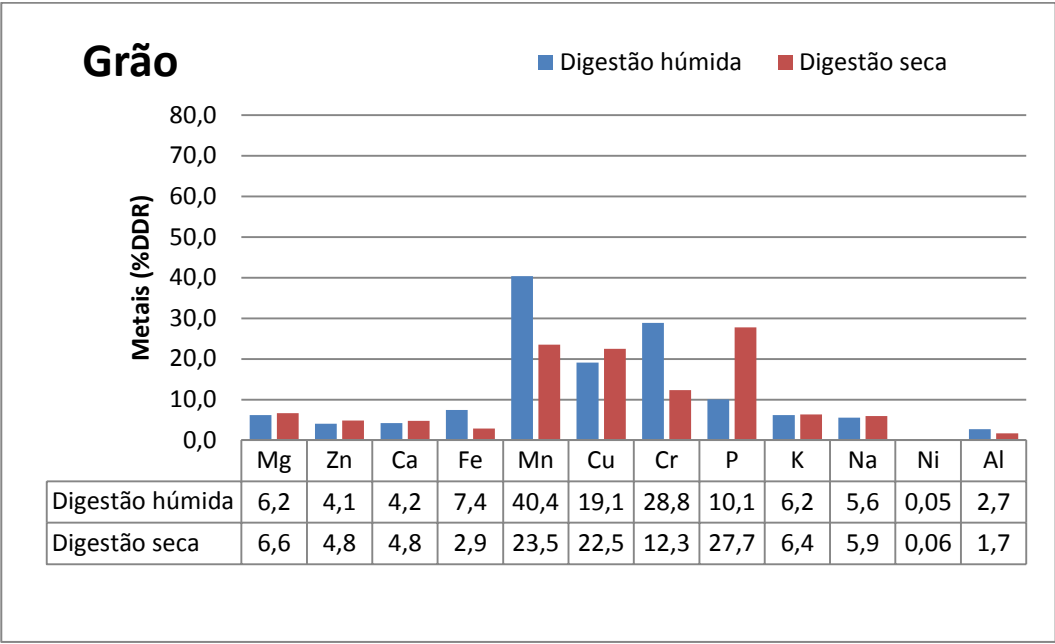


Figura 3.22: Representação gráfica das percentagens de metais (magnésio (Mg), zinco (Zn), cálcio (Ca), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), crómio (Cr), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), níquel (Ni) e alumínio (Al)) por dose no grão em relação à dose diária recomendada.

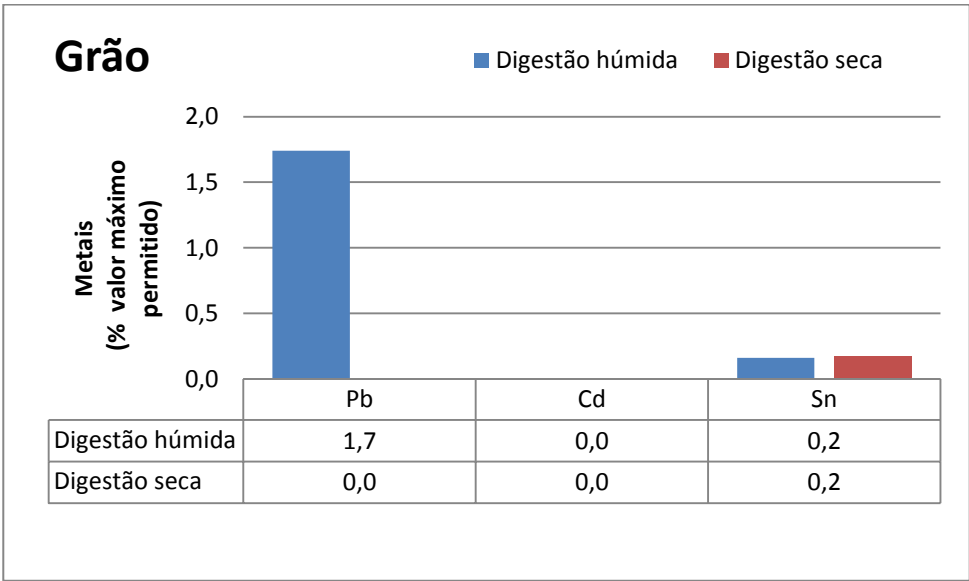


Figura 3.23: Representação gráfica das percentagens de metais (chumbo (Pb), cádmio (Cd) e estanho (Sn)) por valor máximo admissível no grão em relação ao valor máximo admissível.

Feijão

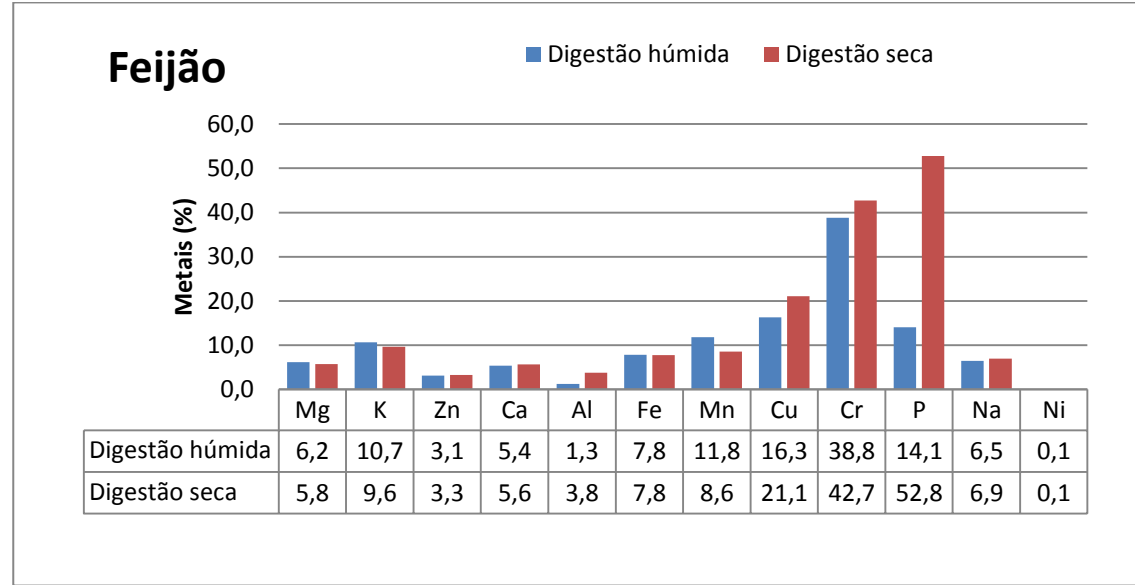


Figura 3.24: Representação gráfica das percentagens de metais (magnésio (Mg), potássio (K), zinco (Zn), cálcio (Ca), alumínio (Al), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), crómio (Cr), fósforo (P), sódio (Na) e níquel (Ni)) por dose no feijão em relação à dose diária recomendada.

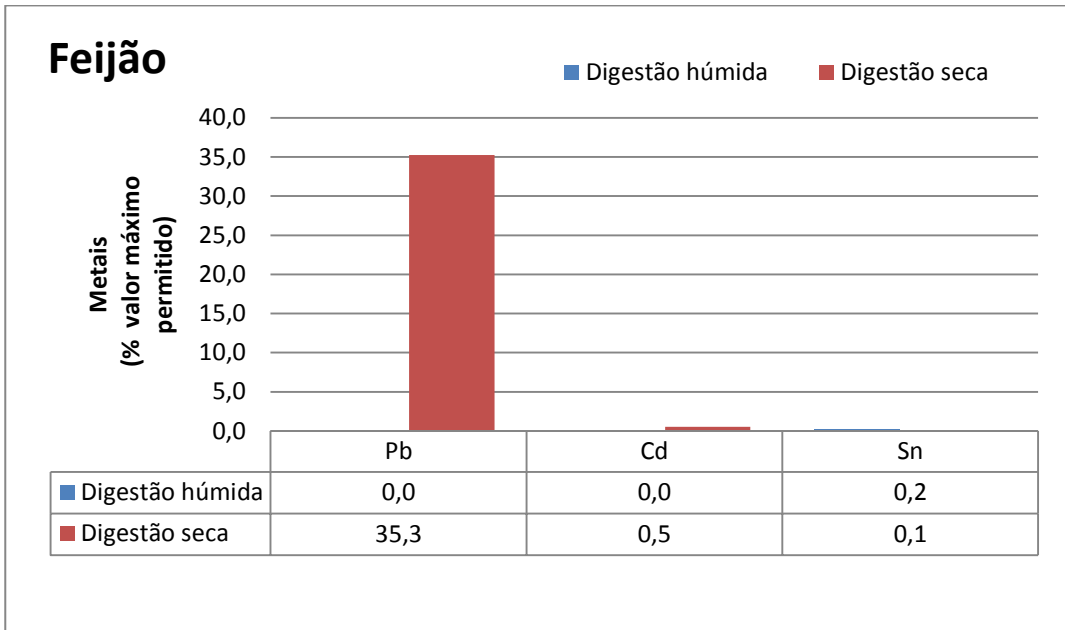


Figura 3.25: Representação gráfica das percentagens de metais (chumbo (Pb), cádmio (Cd) e estanho (Sn)) por valor máximo admissível no feijão em relação ao valor máximo admissível.

E possível verificar que para todos os elementos e todos os tipos de enlatados estudados se encontram dentro das doses diárias recomendadas e valores máximos admissíveis (tabela 1.5). Podemos afirmar que a adição deste tipo de alimentos à dieta pode ser uma fonte nutricional adicional e necessária. É possível verificar que para as

ervilhas o zinco corresponde a 0-4% da dose diária; o magnésio, potássio, zinco, cálcio, alumínio, ferro e sódio correspondem a 4-10% da dose diária; o cobre, fósforo, crómio e manganês correspondem a 10-20% da dose diária. Em relação ao chumbo, cádmio e estanho estes não ultrapassam os valores máximos admissíveis. Para a chumbo encontramos 2% a 67% do valor máximo admissível, para o cádmio encontra-se 0% a 1,69% do valor máximo e o estanho 0,15% a 0,23% do valor máximo. Para o tomate o magnésio, zinco, cálcio, ferro, níquel e sódio correspondem a 0-4% da dose diária; o manganês, cobre, fósforo e alumínio correspondem a 4-10% da dose diária; o potássio corresponde a 10-20% da dose diária. O crómio corresponde a mais de 20% da dose diária. Em relação ao chumbo, cádmio e estanho estes não ultrapassam os valores máximos admissíveis. Para a chumbo encontramos 2% a 3% do valor máximo admissível, para o cádmio encontra-se 0% a 2% do valor máximo e o estanho 0,03% a 13% do valor máximo. Para o milho o magnésio, zinco, alumínio, ferro, cálcio e níquel correspondem a 0-4% da dose diária; o potássio, cobre, fósforo, sódio e manganês correspondem a 4-10% da dose diária. O crómio corresponde a mais de 20% da dose diária. Em relação ao chumbo, cádmio e estanho estes não ultrapassam os valores máximos admissíveis. O chumbo e o cádmio são 0% do valor máximo admissível, o estanho encontra-se 0% a 0,3% do valor máximo. Para o grão o níquel e alumínio correspondem a 0-4% da dose diária; o magnésio, zinco, cálcio, ferro, potássio e sódio correspondem a 4-10% da dose diária; o crómio e o fósforo correspondem a 10-20% da dose diária. O manganês e o cobre correspondem a mais de 20% da dose diária. Em relação ao chumbo, cádmio e estanho estes não ultrapassam os valores máximos admissíveis. Para a chumbo encontramos 0% a 2% do valor máximo admissível, para o cádmio é 0% do valor máximo e o estanho 0% a 0,17% do valor máximo. Para o feijão o alumínio, zinco e níquel, correspondem a 0-4% da dose diária; o magnésio, potássio, cálcio, ferro e sódio correspondem a 4-10% da dose diária; o manganês e o cobre correspondem a 10-20% da dose diária. O crómio e o fósforo correspondem a mais de 20% da dose diária. Em relação ao chumbo, cádmio e estanho estes não ultrapassam os valores máximos admissíveis. Para a chumbo encontramos 0% a 35% do valor máximo admissível, para o cádmio encontra-se 0% a 0,5% do valor máximo e o estanho 0% a 0,2% do valor máximo. Através deste estudo podemos ainda observar que os alimentos estudados possuem pequenas ou mesmo quantidades nulas de metais pesados. Se estes alimentos forem ingeridos de uma forma variada, podemos minimizar a acumulação de metais pesados no organismo.



Com o auxílio do programa de estatística do Excel, Anova factor 2 sem repetição, foi possível verificar se existia alguma diferença entre métodos e marcas. Na tabela 3.14-3.18 encontram-se os resultados desta análise para as várias amostras, ervilhas, tomate, milho, grão e feijão, mostrando-se apenas para cada alimento, a existência de diferenças. Os elementos não apresentados para cada alimento, indicam que não se observou diferenças, nos teores obtidos, quer entre marcas e métodos de digestão.

Os dois métodos de digestão estudados, podem conseguir quantificar mais elementos ou menos de acordo com a matriz, reagentes utilizados, temperatura operatória. No caso da digestão húmida, o ácido nítrico concentrado que é utilizado na preparação da amostra, é o oxidante mais favorável para a decomposição da matéria orgânica, mas possui um baixo potencial oxidativo e pode levar a uma digestão incompleta em matrizes ricas. Na digestão seca, são utilizadas temperaturas altas o que pode levar a perdas de analito por volatilização, sendo então os minerais perdidos para a atmosfera (Welna *et al.*(2011)).

#### Ervilhas

Para as ervilhas, ao fazer-se a análise dos minerais, verifica-se que para o sódio, ferro e cobre existem diferenças entre as marcas. Para o chumbo existe diferenças entre os dois métodos estudados e para o magnésio, zinco e fósforo existem diferenças tanto nas marcas como nos métodos (tabela 3.14). Para o sódio a concentração maior pertence à marca C e o menor à marca E, para o ferro, temos a marca B com maior valor e a A com menor, para o cobre, temos com maior concentração a marca B e com menor a E, para o magnésio, temos a marca A com menor valor e a D com menor, para o zinco, temos a marca B com maior valor e a C com menor valor e para o fósforo temos a marca C com maior valor e a E com menor.

O método que quantifica uma concentração maior de magnésio e zinco é a digestão húmida. A digestão seca é o método que quantifica uma concentração maior de chumbo e fósforo.

Tabela 3.14: Diferenças entre marcas, apresentando o seu valor maior e menor e diferença entre métodos dos vários minerais, apresentando o resultado e tipo de digestão para o maior valor obtido, para as ervilhas.

Elementos	Diferença marcas	Valor maior	Valor menor	Diferença métodos	Valor e Método
Mg	√	1240 mg/Kg marca A	708 mg/Kg marca D	√	1240 mg/Kg Digestão húmida
Na	√	16878 mg/Kg marca C	6996 mg/Kg marca E	X	
Zn	√	28,8 mg/Kg marca B	17,4 mg/Kg marca C	√	28,8 mg/Kg Digestão húmida
Fe	√	89,6 mg/Kg marca B	39,6 mg/Kg marca A	X	
Pb	X			√	0,38 mg/Kg Digestão seca
Cu	√	10,0 mg/Kg marca C	5,13 mg/Kg marca E	X	
P	√	8410 mg/Kg marca C	2982 mg/Kg marca E	√	8410 mg/Kg Digestão seca

Não se verificaram diferenças entre marcas e entre métodos para o potássio, cálcio, alumínio, níquel, manganês, crómio, cádmio, cobalto e estanho.

#### Tomate

Para o tomate, ao fazer-se a análise dos minerais, verifica-se que para o sódio, potássio, zinco, cálcio, chumbo e estanho existem diferenças entre as marcas. Para o magnésio, alumínio, níquel, e fósforo, existem diferenças entre os dois métodos estudados e para o ferro, existe diferenças tanto nas marcas como nos métodos (tabela 3.15). Para o sódio a marca que mais concentração tem deste elemento é a marca B e a que menos tem é a marca F, para o potássio a que mais tem é a marca G e a que tem menos é a marca C, para o zinco a que mais tem é a marca C e a que tem menos é a B, para o cálcio a que tem mais é a marca C e a que tem menos é a F, para o ferro a que tem mais é a marca F e a que tem menos é a marca C, para o chumbo a que tem mais é a marca G e a que tem menos é a F, B, C e a E e para o estanho a que tem mais é a marca B e a que tem menos é a F.

O método que quantifica uma concentração maior de magnésio, alumínio, ferro, níquel e fósforo é a digestão seca.

Tabela 3.15: Diferenças entre marcas, apresentando o seu valor maior e menor e diferença entre métodos dos vários minerais, apresentando o tipo de digestão e seu valor correspondente, para o tomate.

Elementos	Diferença marcas	Valor maior	Valor menor	Diferença métodos	Valor e Método
Mg	x			v	1501 mg/Kg Digestão seca
Na	v	22552 mg/Kg marca B	472 mg/Kg marca F	X	
K	v	49185 mg/Kg marca G	26779 mg/Kg marca C	X	
Zn	v	22,0 mg/Kg marca C	12,6 mg/Kg marca B	X	
Ca	v	4244 mg/Kg marca C	450 mg/Kg marca F	X	
Al	X			v	351 mg/Kg Digestão seca
Fe	v	113 mg/Kg marca F	13,2 mg/Kg marca C	v	113 mg/Kg Digestão seca
Ni	X			v	4,02 mg/Kg Digestão seca
Pb	v	0,28 mg/Kg marca G	0,00 mg/Kg marca F, B, C e E	X	
Sn	v	871 mg/Kg marca B	30,5 mg/Kg marca F	X	
P	X			v	6402 mg/Kg Digestão seca

Não se verificaram diferenças entre marcas e entre métodos para o manganês, cobre, crómio, cádmio e cobalto.

## Milho

Para o milho, ao fazer-se a análise dos minerais, verifica-se que para cálcio existe diferenças entre as marcas. Para o alumínio e ferro, existem diferenças entre os dois métodos estudados e para o sódio e fósforo, existem diferenças tanto nas marcas como nos métodos (tabela 3.16). Para o sódio a marca que mais concentração tem deste elemento é a marca H e a que menos tem é a C, para o cálcio a que tem mais é a marca B e a que tem menos é a E e para o fósforo a que tem mais é a marca B e a que tem menos é a E.

O método que quantifica uma concentração maior de sódio, alumínio e fósforo é a digestão seca. Para o ferro é a digestão húmida.

Tabela 3.16: Diferenças entre marcas, apresentando o seu valor maior e menor e diferença entre métodos dos vários minerais, apresentando o tipo de digestão e seu valor correspondente, para o milho.

Elementos	Diferença marcas	Valor maior	Valor menor	Diferença métodos	Valor e Método
Na	√	10103 mg/Kg marca H	2656 mg/Kg marca C	√	10103 mg/Kg Digestão seca
Ca	√	317 mg/Kg marca B	187 mg/Kg marca E	X	
Al	X			√	49,2 mg/Kg Digestão seca
Fe	X			√	28,3 mg/Kg Digestão húmida
P	√	5650 mg/Kg marca B	1048 mg/Kg marca E	√	5650 mg/Kg Digestão seca

Não se verificaram diferenças entre marcas e entre métodos para o magnésio, potássio, zinco, níquel, manganês, chumbo, cobre, crómio, cádmio, cobalto e estanho.

## Grão

Para o Grão, ao fazer-se a análise dos minerais, verifica-se que para o sódio, potássio, zinco e estanho existem diferenças entre as marcas. Para o ferro, crómio, cobalto e fósforo, existem diferenças entre os dois métodos estudados e para o níquel e cobre, existem diferenças tanto nas marcas como nos métodos (tabela 3.17). Para o sódio a marca que mais concentração tem deste elemento é a marca A e a que menos tem é a C, para o potássio a que tem mais é a marca B e a que tem menos é a A, para

o zinco a que tem mais é a marca A e a que tem menos é a C, para o níquel, a que tem mais é a marca B e a que tem menos é a A, para o cobre a que tem mais é a marca E e a que tem menos é a A e para o estanho a que tem mais é a marca E e a que tem menos é a B.

O método que quantifica uma concentração maior de níquel, cobre e fósforo é a digestão seca. A digestão húmida é o método que quantifica uma concentração maior de ferro, crómio e cobalto.

Tabela 3.17: Diferenças entre marcas, apresentando o seu valor maior e menor e diferença entre métodos dos vários minerais, apresentando o tipo de digestão e seu valor correspondente, para o grão.

Elementos	Diferença marcas	Valor maior	Valor menor	Diferença métodos	Valor e Método
Na	√	6282 mg/Kg marca A	4425 mg/Kg marca C	X	
K	√	5247 mg/Kg marca B	3266 mg/Kg marca A	X	
Zn	√	24,4 mg/Kg marca A	13,0 mg/Kg marca C	x	
Fe	X			√	50,0 mg/Kg Digestão húmida
Ni	√	1,85 mg/Kg marca B	0,52 mg/Kg marca A	√	1,85 mg/Kg Digestão seca
Cu	√	9,49 mg/Kg marca E	5,27 mg/Kg marca A	√	9,49 mg/Kg Digestão seca
Cr	X			√	0,55 mg/Kg Digestão húmida
Co	X			√	0,22 mg/Kg Digestão húmida
Sn	√	1,79 mg/Kg marca E	0,09 mg/Kg marca B	X	
P	X			√	8633 mg/Kg Digestão seca

Não se verificaram diferenças entre marcas e entre métodos para o magnésio, cálcio, alumínio, manganês, chumbo e cádmio.

## Feijão

Para o Feijão, ao fazer-se a análise dos minerais, verifica-se que para o zinco, cálcio e níquel existem diferenças entre as marcas. Para o alumínio, estanho e fósforo, existem diferenças entre os dois métodos e para o cobre existem tanto diferenças entre marcas e métodos (tabela 3.18). Para o zinco a marca que mais concentração tem deste elemento é a marca A e a que menos tem é a E, para o cálcio a que tem mais é a marca E e a que tem menos é a B, para o níquel a que tem mais é a marca B e a que tem menos é a I e para o cobre a que tem mais é a marca A e a que tem menos é a I.

O método que quantifica uma concentração maior de alumínio, cobre e fósforo é a digestão seca. A digestão húmida é o método que quantifica uma concentração maior de estanho.

Tabela 3.18: Diferenças entre marcas, apresentando o seu valor maior e menor e diferença entre métodos dos vários minerais, apresentando o tipo de digestão e seu valor correspondente, para o feijão.

Elementos	Diferença marcas	Valor maior	Valor menor	Diferença métodos	Valor e Método
Zn	√	18,9 mg/Kg marca A	10,1 mg/Kg marca E	X	
Ca	√	2239 mg/Kg marca E	1179 mg/Kg marca B	X	
Al	X			√	21,4 mg/Kg Digestão seca
Ni	√	3,79 mg/Kg marca B	1,08 mg/Kg marca I	X	
Cu	√	9,99 mg/Kg marca A	5,64 mg/Kg marca I	√	9,99 mg/Kg Digestão seca
Sn	X			√	1,50 mg/Kg Digestão húmida
P	X			√	23090 mg/Kg Digestão seca

Não se verificaram diferenças entre marcas e entre métodos para o magnésio, sódio, potássio, ferro, manganês, chumbo, crómio, cádmio e cobalto.

Após análise estatística, podemos concluir que a eficiência do método depende dos minerais e da matriz.

#### 4. Conclusão

Os produtos de origem vegetal são produtos importantes na dieta alimentar, porque estes são fonte de minerais que são importantes para a manutenção de uma vida saudável. Os produtos de origem vegetal enlatados, são produtos que podem ser incorporados na dieta alimentar, pois possuem grandes quantidades de minerais essenciais, mas como em todos os alimentos, este consumo deve ser regrado, ou seja, deve ser variado, juntando produtos de origem vegetal enlatados e frescos de forma a aceder facilmente a todos os minerais essenciais e na quantidades correctas para a manutenção da vida.

Com este estudo conclui-se que os líquidos de conservação dos produtos de origem vegetal estudados contêm grandes quantidades de minerais que são essenciais, mas em muitos destes alimentos este líquido que muitas vezes é sumo natural do produto não é consumido, caso este fosse adicionado à dieta, poderia ser uma fonte nutricional importante.

Foi possível observar algumas alterações da sua concentração com literatura proveniente da Turquia, depende do tipo de produto, sendo que as concentrações são diferentes para cada produto de origem vegetal e este também depende da embalagem. No caso de produtos comercializados na Turquia, foi possível observar que a concentração de alumínio neste tipo de produtos é menor que nos produtos estudados.

Foram analisadas as concentrações em relação às doses diárias descritas nos rótulos dos produtos analisados e, verificou-se que para todos os elementos e todos os tipos de enlatados estudados se encontram dentro das doses diárias recomendadas e valores máximos admissíveis. Podemos afirmar que a adição deste tipo de alimentos à dieta pode ser uma fonte nutricional adicional e necessária.

Podemos verificar que o sódio presente nas amostras estudadas é diferente dos valores descritos nos rótulos. Em algumas marcas, verifica-se que os valores rotulados são inferiores aos obtidos neste estudo, podemos concluir que os valores de sódio presente nestas amostras é superior aos que os industriais declaram para o caso dos valores rotulados serem superiores aos determinados no estudo, pode-se dizer que podem ter ocorrido perdas durante a preparação da amostra. Através deste estudo podemos ainda observar que os alimentos estudados possuem pequenas ou mesmo quantidades nulas de metais pesados.

No mercado português existem produtos com concentrações várias de minerais. Após análise estatística, pode-se concluir que a quantidade de elemento extraído pelos diferentes métodos depende dos minerais e da amostra.

De uma maneira geral, com a digestão seca obtêm-se valores de concentração mais elevados do que a digestão húmida. Os dois métodos de digestão estudados, podem conseguir quantificar mais elementos ou menos de acordo com a matriz, reagentes utilizados, temperatura operatória. No caso da digestão húmida, o ácido nítrico concentrado que é utilizado na preparação da amostra, é o oxidante mais favorável para a decomposição da matéria orgânica, mas possui um baixo potencial oxidativo e pode levar a uma digestão incompleta em matrizes ricas. Na digestão seca, são utilizadas temperaturas altas o que pode levar a perdas de analito por volatilização (alguns dos minerais).



## 5. Bibliografia

Adotey, D.K., Serfor-Armah, Y., Fianko, J.R., Yeboah, P.O., (2009); Essential elements content in core vegetables grown and consumed in Ghana by instrumental neutron activation analysis, *African Journal of Food Science*, Vol, 3(9), pp 243-249.

Almeida, D., (2005); *Manuseamento de Produtos Hortofrutícolas*. Sociedade Portuguesa de Inovação. Porto.

Alves, A.N.L., Rosa, H.V.D., (2003); Exposição ocupacional ao cobalto: aspectos toxicológicos, *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, vol 39, n.2, abr/jun.

Amorim, A.G., Tirapegui, J., (2008); Aspectos atuais da relação entre exercício físico, estresse oxidativo e magnésio, *Revista de Nutrição*, Campinas, 21(5): 563-575 set/out.

Anthon, G.E., Barrett, D.M., (2012); Pectin methylesterase activity and other factors affecting pH and titratable acidity in processing tomatoes. *Food Chemistry* 132 (2012): 915–920.

AOAC (1990) *Official Methods of Analysis*. Agricultural Chemicals; Contaminants; Drugs. Volume I, 15<sup>th</sup> Ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, EUA.

Azevedo, S.V., (2009); determinação dos níveis de estanho em fluídos biológicos de população exposta ambientalmente na vila Mossangana, Rio de Janeiro.

Barcelos, T.D.J., (2008); *Cobre: Vital ou Prejudicial para a Saúde Humana?*, Universidade da Beira Interior.

Bagdatlioglu, N., Nergiz, C., Ergonul, P.G., (2010); Heavy metals levels in leafy vegetables and some selected fruits. *Journal of consumer protection and food safety*, 5:421-428.

Bratakos, M.S., Lazos, E.S., Bratakos, S.M., (2002); Chromium content of selected Greek foods. *The Science of the Total Environment* 290 (2002) 47–58, Greece.

Buzinaro, E.F., Alves de Almeida, R.N., Mazeto, G.M.F.S., (2006); Revisão. Biodisponibilidade do Cálcio Dietético, *Arq Bras Edocrinol Metab*, vol 50, nº 5 Outubro, 852-861.

Carita, L.P.M.M., (2009); *Caracterização da Remoção de Metais Pesados na ETAR de Charneca (Óbidos), Águas do Oeste*, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

Carrapatoso, I., Loureiro, G., Loureiro, C., Faria, E., Todo-Bom, A., Chieira, C., (2004); Dermatite endógena induzida pela ingestão de níquel. A propósito de dois casos clínicos, Revista Portuguesa de Imunoalergologia, XII: 216-270.

Félix, A.M.TT., (n.d); Fichas Toxicológicas. Administração Regional de Saúde do Centro, Departamento de Saúde Pública e Planeamento.

Ferreira, F.A.G., (1994); Nutrição Humana, Fundação Caloust Gulbenkian, 2ª ed.

Fonseca, S.C., Morais, A.M.M.B.,(2000); Boas Práticas Pós-colheita para Hortícolas Frescos. Associação para a Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica.

Freitas, A.C., Figueiredo, P., (2000); Conservação de Alimentos. Lisboa.

Frijas, S.N., (2012); Alterações nutricionais, organolépticas e de textura dos produtos hortícolas conservados – uma revisão, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa.

Hui, Y.H., Nip, W.K., Nollet, L.M.L, Paliyath, G., Simpson, B.K., (2006); Food Biochemistry and Food Processing, Blackwell Publishing.

Krolow, A.C., (2006); Hortaliças em Conserva. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília.

Kader, A.A., Perkins-Veazie, P., Lester, G.E., (n.d); Nutritional Quality of Fruits, Nuts and Vegetables and Their Importance in Human Health.

Kader, A., (2001); Importance of Fruits, Nuts, and Vegetables in Human Nutrition and Health, Department of pomology, UC Davis Issue No 106, Perishables Handling Quarterly.

Lendinez, E., Lorenzo, M.L., Cabrera, C., López,M.C., (2001); Chromium in basic foods of the Spanish diet: Seafood, Cereals, Vegetables, Olive oils and dairy products. The Science of the total Environment, 278 (2001) 183-189, Spain.

Liu, R.H., (2005); Health benefits of fruit and vegetables are from additives and synergistic combinations of phytochemicals, American Society for Clinical Nutrition, 78(suppl):517S–20S.

Martins, C.T., Mercês, A., Alvito, P., (2009); Ocorrência de cádmio em produtos à base de cereais, de origem convencional e biológica, destinados à alimentação infantil, Saúde e Tecnologia, 3, P. 10–14 . ISSN: 1646-9704.

Miller, S., Knudson, B., (2012); Nutrition and Costs Comparisons of Select Canned, frozen and Fresh Fruits and Vegetables, Michigan State University.

Millikan, M., (2012); Nutritional Metals in food by AAS, Australia.

Musta, C.J.G.OO., (2009); Aplicação da técnica de espectrofotometria de absorção atômica na análise de metais e metalóides em amostras biológicas. Preparação de amostras por digestão com a tecnologia microondas, Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa.

Nistor, L., Hodoșan, C., Bahaciu, G., Ianițchi, D., Maftei, M., Vilău, F., Dușescu, I., (2010); Quality Control of Canned Peas, Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies, 2010, 43 (1).

Oliveira, T.C., (2007); Fósforo: Função, Metabolismo e Recomendações, Nutrir Gerais, Revista Digital de Nutrição, Ipatinga, V.1, N.1, Ago/Dez.

Paniz, C., Grotto, D., Schmitt, G.C, Valentini, J., Schott, K.L., Pomblum, V.J., Garcia, S.C., (2005); Fisiopatologia da deficiência de vitamina B12 e seu diagnóstico laboratorial. Artigo de Revisão, Bras Patol Med Lab, V 41, nº 5, pp. 323-34.

Pereira, G.A.P., Genara, P.S., Pinheiro, M.M., Szejnfeld, V.L., Martini, L.A., (2009); Cálcio dietético – estratégias para otimizar o consumo, Ver Bras Reumatol, 49(2):164-80.

Pinto, P.M.Z., Morais, A.M.M.B., (2000); Boas práticas para a conservação de Produtos Hortícolas. Associação para a Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica.

Plano para a Rotulagem Nutricional. FIPA.

Reis, M.A.B., Velloso, L.A., Reyes, F.G.R., (2002); Alterações do metabolismo da glicose na deficiência de magnésio, Revista de Nutrição, Campinas, 15(3): 333-340, set/dez.

Rickman, J.C., Barrett, D.M., Bruhn, C.M., (2007); Review. Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables. Part 1. Vitamins C and B and phenolic compounds, Journal of the Science of Food and Agriculture 0022-5142/2007.

Rickman, J.C., Bruhn, C.M., Barret, D.M., (2007); Review. Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables II. Vitamin A and carotenoids, vitamin E, minerals and fiber. Journal of the Science of Food and Agriculture, 0022-5142/2007.

Rufino, E.C., (2012); Fábrica de conservas. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e pequenas Empresas – Sabrae, Brasília.

Sarno, F., (2010); Estimativas do consumo de sódio no Brasil, revisão dos benefícios relacionados à limitação de consumo deste nutriente na Síndrome Metabólica e avaliação de impacto de intervenção no local de trabalho.

Schifer, T.S., Junior, S.B., Montano, M.A.E., (2005); Aspectos toxicológicos do Chumbo, Infarma, V.17, nº 5/6, pp.67-72.

Sigrist, J.M.M., (2002); Estudos fisiológicos e tecnológicos de couve-flor e rúcula minimamente processadas. São Paulo, Brasil.

Skoog, D.A., West, D.M., Holler, F.J., Crouch, S.R.; Fundamental of Analytical Chemistry, Philadelphia, Cengage learning emea.

Soetan, K.O., Olaiya, C.O., Oyewole, O.E., (2010); The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review, African Journal of Food Science, Vol 4(5), pp. 200-222.

Stahl, T., Taschan, H., Brunn, H., (2011); Aluminium content of selected food and food products, Environmental Science Europe 23:37.

The EFSA Journal, (2005); Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake level of Phosphorus, Request Nº EFSA-Q-2003-018.

Tokalioglu, Ş., Gurbuz, F.,(2010); Selective determination of copper and iron in various food samples by the solid phase extraction, Food Chemistry, 123 (2010) 183–187.

Tuzen, M., Soylak, M., (2006); Evaluation of the trace element content in canned food marketed from Turkey, Food Chemistry 102 (2007) 1089-1095.

Vandecasteele, C. e Block, C.B., (1993); *Modern Methods for Trace Element Determination*, John Wiley & Sons, Chichester, Reino Unido.

Watanabe, F.S., Olsen, S.R., (1965); Test of an ascorbic acid method for determining phosphorus in water and NaHCO<sub>3</sub> extracts from the soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29, 677-78.

Welna, M., Szymczycha-Madeja, A., Pohl, P.,(2011); Wide spectra of quality control. Cap.4- Quality of trace element analysis: Sample preparation steps. Poland. pp. 58-60.

Sites consultados:

<http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/ch09/final/c9s08-1.pdf> (Consultado a 20 Março de 2013).

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/> (Consultado a 14 de Agosto de 2013).

<http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/en/> (Consultado a 20 Março de 2013).

<http://www.revista-fi.com/materias/52.pdf>, Minerais na Alimentação, Food Ingredients Brasil nº 4 2008 (Consultado a 30 Maio de 2013).

<http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf>, Os antioxidantes, Food Ingredients Brasil nº 6 2009 (Consultado a 30 Abril de 2013).

Regulamentos e Leis:

Regulamento (CE) Nº 1881/2006, da comissão de 19 de Dezembro de 2006.

Regulamento (CE) Nº 629/2008, da comissão de 2 de Julho de 2008.

Decreto-Lei nº 54/2010 de 28 de Maio de 2010.

## 6. Anexos

### 6.1 Resultados

#### ▪ Ervilhas (digestão dos líquidos)

Tabela 6.1: Valores médios de concentração dos minerais nos líquidos de cobertura das ervilhas, em mg/L e respectivos desvios padrões.

	A		B		C		D		E	
	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão
Mg	197	15	158	13	182	17	155	14	322	17
Na*	6,83	1,68	4,73	0,76	4,86	1,28	5,24	0,71	6,38	1,49
K*	1,54	0,31	1,66	0,36	1,36	0,28	1,33	0,33	1,77	0,26
Zn	1,23	0,12	3,69	0,29	1,86	0,40	1,14	0,08	2,58	0,33
Ca	154	15,94	172	16,47	188	10,44	196	6,72	251	4,81
Al	4,53	0,28	6,23	1,34	5,37	1,22	4,60	0,57	3,89	0,19
Fe	5,49	1,01	12,05	0,26	7,81	2,04	4,98	0,33	10,07	1,52
Ni	0,16	0,05	0,17	0,02	0,19	0,10	0,29	0,05	0,18	0,02
Mn	1,12	0,07	2,60	0,07	1,32	0,20	1,23	0,02	1,46	0,11
Pb	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,017	0,011	0,024	0,000	0,000
Cu	0,57	0,04	0,58	0,06	0,52	0,05	0,17	0,01	0,85	0,04
Cr	0,08	0,14	0,01	0,01	0,07	0,09	0,02	0,01	0,03	0,02
Cd	0,001	0,003	0,001	0,002	0,004	0,009	0,001	0,001	0,000	0,000
Co	0,00	--	0,06	--	0,02	--	0,08	--	0,05	--
Sn	0,83	0,80	0,32	0,55	0,49	0,10	0,62	0,15	0,77	0,75
P	432	12	513	45	530	15	526	55	755	52

\*a concentração deste elemento encontra-se em g/L.

- Ervilhas (Digestão húmida)

Tabela 6.2: Valores médios de concentração dos minerais das ervilhas após digestão húmida, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

	A		B		C		D		E	
	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão
Mg	1240	54	1003	217	1212	120	667	43	976	131
Na*	11,08	1,03	9,77	0,62	14,98	1,53	9,16	0,64	7,12	0,25
K*	5,66	0,67	6,61	0,63	6,05	0,37	5,83	0,74	5,40	0,78
Zn	28,72	1,27	28,80	1,99	21,99	3,76	21,29	0,52	23,42	1,59
Ca	1552	193,38	1357	179,34	1881	550,07	682	85,72	659	178,50
Al	12,18	0,86	19,94	1,88	9,88	2,32	16,14	4,61	7,36	2,02
Fe	43,40	1,89	71,59	7,87	41,72	4,26	39,69	2,41	48,63	3,44
Ni	0,47	0,22	0,76	0,25	0,79	0,27	0,98	0,16	0,44	0,09
Mn	15,12	0,77	13,39	0,39	10,51	2,25	18,34	1,24	10,30	0,93
Pb	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,044	0,098	0,000	0,000
Cu	6,96	0,45	5,84	0,16	8,69	0,62	6,88	0,65	5,13	0,20
Cr	0,27	0,23	0,12	0,13	0,46	0,38	0,37	0,18	0,32	0,28
Cd	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Co	0,27	0,20	0,24	0,08	0,15	0,19	0,16	0,10	0,15	0,09
Sn	0,42	--	3,38	--	3,48	--	1,85	--	1,53	--
P	4227	229	4633	215	5100	402	4019	265	2982	221

\*a concentração deste elemento encontra-se em g/Kg.

▪ Ervilhas (Digestão seca)

Tabela 6.3: Valores médios de concentração dos minerais das ervilhas após digestão seca, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

	A		B		C		D		E	
	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão
Mg	931	58	830	107	1042	206	708	19	720	158
Na*	11,82	0,51	10,42	0,21	16,88	2,62	9,25	0,28	7,00	1,30
K*	5,98	0,10	6,99	0,36	7,78	1,24	5,82	0,73	7,96	1,06
Zn	21,66	2,83	28,17	8,03	17,41	0,71	19,76	1,77	18,44	1,29
Ca	1160	210,37	1532	431,91	1405	192,11	1326	165,40	654	156,72
Al	5,68	0,28	45,56	9,18	12,39	4,33	17,42	2,83	9,56	3,86
Fe	39,59	5,64	89,60	23,72	46,96	3,12	56,27	12,15	40,90	4,13
Ni	0,55	0,22	1,04	0,17	0,49	0,41	4,93	4,24	0,76	0,13
Mn	17,20	2,91	13,65	1,13	0,11	0,06	0,18	0,04	0,11	0,05
Pb	0,34	0,15	0,20	0,24	0,32	0,45	0,38	0,32	0,11	0,19
Cu	6,09	0,25	7,05	3,04	10,01	2,91	6,90	0,89	5,25	1,37
Cr	0,17	0,06	0,74	0,33	0,63	0,60	0,49	0,30	0,47	0,36
Cd	0,013	0,026	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,003
Co	0,23	0,12	0,38	0,27	0,23	0,19	0,28	0,14	0,08	0,07
Sn	0,96	1,09	2,11	0,91	1,34	0,89	1,31	0,44	0,44	0,40
P	7406	393	6725	509	8410	270	6826	271	5314	1226

\*a concentração deste elemento encontra-se em g/Kg.



▪ Tomate (Digestão líquidos)

Tabela 6.4: Valores médios de concentração dos minerais nos líquidos de cobertura do tomate, em mg/L. e respectivos desvios padrões.

	F		B		G		C		E	
	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão
Mg	68	11	67	3	63	1	75	4	77	3
Na	116	24	1286	96	111	26	312	74	1144	43
K	2211	92	1976	206	2423	128	1845	487	2498	404
Zn	0,97	0,25	0,96	0,04	0,71	0,03	1,35	0,10	1,22	0,09
Ca	121	14,83	189	17,34	104	5,15	123	9,65	128	32,20
Al	7,70	--	5,83	--	5,88	--	5,89	--	6,37	--
Fe	7,54	2,00	2,54	0,47	2,31	0,22	3,42	0,88	3,10	0,52
Ni	0,10	0,06	0,10	0,02	0,10	0,02	0,04	0,04	0,07	0,04
Mn	0,87	0,07	0,60	0,06	0,68	0,03	0,64	0,09	0,71	0,07
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,69	0,06	0,62	0,12	0,71	0,15	0,74	0,04	0,70	0,04
Cr	0,11	0,01	0,26	0,09	0,09	0,05	0,13	0,05	0,16	0,12
Cd	0,002	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,000	0,000
Co	0,05	0,02	0,05	0,04	0,06	0,02	0,08	0,04	0,06	0,02
Sn	2,16	--	49,56	--	23,48	--	16,97	--	32,97	--
P	253	18	194	46	230	6	179	25	228	37

▪ Tomate (Digestão húmida)

Tabela 6.5: Valores médios de concentração dos minerais no tomate após digestão húmida, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

	F		B		G		C		E	
	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão
Mg	1220	287	1260	194	1287	216	1120	121	1101	105
Na*	0,47	0,12	14,11	1,52	1,02	0,07	5,38	0,89	18,35	1,17
K*	33,72	4,23	28,65	2,47	49,19	6,02	27,90	6,33	34,27	1,85
Zn	13,20	2,27	12,59	0,61	15,89	2,81	19,32	3,30	15,63	2,63
Ca	450	85,41	3478	--	1585	75,58	3097	--	2845	--
Al	36,06	--	24,94	--	31,69	--	25,69	--	35,01	--
Fe	91,10	2,24	29,54	6,52	41,02	5,18	13,22	3,36	25,79	1,00
Ni	0,84	0,62	1,31	0,78	1,48	0,88	1,08	0,55	0,92	0,65
Mn	14,87	0,60	12,46	1,07	16,22	1,50	10,94	1,04	14,17	1,77
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	9,16	1,05	11,98	1,34	14,52	1,07	13,57	0,82	11,42	1,85
Cr	2,86	0,58	3,54	0,30	4,63	2,19	2,08	0,23	2,71	0,23
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,05	0,00	0,00
Co	0,80	0,49	0,82	0,58	2,97	5,66	0,55	0,42	0,49	0,34
Sn	30,54	--	871,44	--	11,29	--	221,76	--	419,50	--
P	3979	523	2461	408	3532	715	3690	421	5837	485

\*a concentração deste elemento encontra-se em g/L.

▪ Tomate (Digestão seca)

Tabela 6.6: Valores médios de concentração dos minerais no tomate após digestão seca, em mg/Kg. e respectivos desvios padrões.

	F		B		G		C		E	
	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão
Mg	1234	18	1479	38	1501	100	1286	45	1150	41
Na*	1,03	0,27	22,55	1,95	4,15	1,35	7,64	1,39	20,75	1,59
K*	31,00	1,09	32,01	4,72	46,40	4,99	26,78	1,47	36,56	1,95
Zn	16,67	1,91	15,96	3,37	15,01	2,26	21,98	4,67	16,23	0,92
Ca	1957	178,68	3214	209,17	1927	249,51	4244	512,11	3184	117,64
Al	107,53	21,85	157,52	19,32	351,41	73,33	154,79	42,54	197,34	41,59
Fe	112,60	11,67	43,63	7,28	55,54	6,82	44,16	3,33	47,16	7,75
Ni	2,06	0,51	2,94	0,92	4,01	1,11	1,32	0,85	1,86	0,53
Mn	8,97	1,22	14,19	1,84	11,83	1,47	10,21	1,46	12,06	2,23
Pb	0,01	0,02	0,00	0,00	0,28	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	23,17	15,88	11,61	2,41	17,38	2,71	16,14	3,26	14,57	1,87
Cr	2,94	1,36	2,45	0,20	2,35	0,41	1,40	0,33	1,79	0,43
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,35	0,45	0,40	0,13	0,39	0,52	0,68	0,23	0,51	0,37
Sn	65,78	--	767,39	--	433,74	--	261,01	--	432,29	--
P	4837	287	4028	333	6402	699	5059	672	5901	615

\*a concentração deste elemento encontra-se em g/Kg

▪ Milho (Digestão líquidos)

Tabela 6.7: Valores médios de concentração dos minerais nos líquidos de cobertura do milho, em mg/L e respectivos desvios padrões.

	C		E		B		D		H	
	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão
Mg	167	10	152	5	159	7	152	20	204	27
Na	975	89	2172	30	1837	55	2054	74	2342	138
K	2312	149	2336	203	2300	88	2265	257	2436	146
Zn	2,97	0,40	3,27	0,24	2,16	0,17	2,87	0,60	2,81	0,74
Ca	46	8,28	41	7,18	45	3,49	45	5,50	50	1,38
Al	6,21	0,64	5,64	0,73	5,53	0,98	5,65	0,97	6,49	1,46
Fe	2,81	0,41	3,74	0,28	2,06	0,27	3,47	0,47	2,82	0,25
Ni	0,10	0,03	0,24	0,04	0,11	0,03	0,04	0,03	0,11	0,05
Mn	1,27	0,05	1,23	0,06	0,44	0,02	1,27	0,08	1,44	0,05
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,14	0,14	0,23	0,10	0,27	0,14	0,24	0,11	0,30	0,20
Cr	0,09	0,12	0,79	0,03	0,06	0,08	0,07	0,03	0,08	0,07
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,04	0,03	0,03	0,02	0,07	0,04	0,06	0,02	0,07	0,03
Sn	0,41	0,32	0,70	0,70	0,77	0,25	0,46	0,56	0,37	0,26
P	694	56	651	67	729	21	720	22	764	32

▪ Milho (Digestão húmida)

Tabela 6.8: Valores médios de concentração dos minerais no milho após digestão húmida, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

	C		E		B		D		H	
	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão
Mg	849	73	710	46	889	28	771	16	865	65
Na*	2,66	0,11	5,58	0,19	4,97	0,13	5,99	0,16	7,24	0,57
K*	9,21	0,15	8,31	0,43	9,34	0,44	9,69	0,61	8,70	1,02
Zn	17,82	0,91	16,39	1,54	22,40	3,87	17,95	1,73	26,17	7,13
Ca	241	47,15	193	10,87	317	7,79	311	14,35	262	19,83
Al	10,26	2,45	10,29	1,03	8,94	2,22	12,91	2,62	3,86	0,84
Fe	19,08	0,69	15,88	1,30	28,29	2,51	21,92	1,68	19,92	3,60
Ni	0,32	0,14	0,39	0,11	0,33	0,11	0,32	0,19	0,53	0,14
Mn	5,42	0,17	4,58	0,23	6,82	0,83	5,63	0,22	7,88	0,93
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	2,83	0,28	2,92	0,39	2,57	0,88	3,00	1,10	3,27	0,28
Cr	0,25	0,25	0,59	0,28	0,59	0,30	0,40	0,27	0,76	0,63
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,17	0,13	0,18	0,14	0,17	0,11	0,11	0,08	0,20	0,14
Sn	3,30	--	1,14	--	0,08	--	2,26	--	4,34	--
P	1108	143	1048	56	3316	326	3311	165	3261	253

\*a concentração deste elemento encontra-se em g/Kg

▪ Milho (Digestão seca)

Tabela 6.9: Valores médios de concentração dos minerais no milho após digestão seca, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

	C		E		B		D		H	
	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão
Mg	869	103	707	23	939	20	660	92	739	62
Na*	3,54	0,06	7,88	0,41	7,26	0,18	8,76	0,17	10,10	1,29
K*	9,94	1,45	9,05	0,61	9,96	1,06	9,83	0,27	11,70	0,89
Zn	16,69	2,47	17,18	4,17	19,42	1,47	17,32	0,99	19,81	3,49
Ca	195	12,05	187	9,58	290	13,38	282	3,95	276	18,62
Al	49,21	10,42	25,49	3,63	14,24	4,31	17,89	4,94	30,41	5,98
Fe	15,08	2,34	11,42	1,26	16,93	1,30	15,71	2,02	13,57	1,78
Ni	0,25	0,10	0,15	0,13	0,23	0,22	0,23	0,22	0,08	0,14
Mn	4,85	0,32	5,73	0,37	0,91	0,09	0,95	0,04	0,93	0,04
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	2,39	0,09	3,34	0,91	2,80	0,59	2,37	0,48	2,83	0,34
Cr	0,48	0,45	0,24	0,07	0,85	0,41	0,95	0,86	0,29	0,10
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,04	0,06	0,15	0,15	0,18	0,07	0,13	0,09	0,14	0,06
Sn	0,52	0,70	0,81	0,95	0,38	0,46	1,55	1,30	0,77	0,63
P	1684	66	1485	38	5650	176	4415	101	5311	157

\*a concentração deste elemento encontra-se em g/Kg

▪ Grão (Digestão líquidos)

Tabela 6.10: Valores médios de concentração dos minerais nos líquidos de cobertura do grão, em mg/L e respectivos desvios padrões.

	A		I		E		C		B	
	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão
Mg	236	8	246	8	282	27	282	17	261	14
Na	2598	70	2093	79	2387	242	2476	571	2041	83
K	1338	40	1898	136	2263	205	2197	95	1862	75
Zn	0,89	0,18	4,28	0,18	4,97	0,24	4,50	0,06	4,38	0,20
Ca	123	4,24	139	8,18	140	27,05	176	43,77	181	38,56
Al	5,05	0,61	5,91	0,98	5,82	0,42	6,25	1,51	5,34	0,75
Fe	3,96	0,59	15,09	1,57	14,40	1,44	12,69	0,14	13,36	0,99
Ni	0,29	0,05	0,37	0,02	0,46	0,05	0,50	0,03	0,91	0,05
Mn	0,91	0,02	5,19	0,10	6,70	0,10	6,65	0,11	6,34	0,36
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,34	0,07	0,46	0,13	0,38	0,04	0,49	0,04	0,57	0,09
Cr	0,002	0,002	0,017	0,019	0,084	0,092	0,944	2,000	0,801	1,714
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,08	0,01	0,10	0,02	0,08	0,03	0,09	0,01	0,07	0,02
Sn	0,25	--	2,09	--	0,00	--	0,44	--	0,06	--
P	694	60	863	56	1047	82	932	42	907	117

▪ Grão (Digestão húmida)

Tabela 6.11: Valores médios de concentração dos minerais no grão após digestão húmida, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

	A		I		E		C		B	
	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão
Mg	992	48	877	46	854	51	793	62	885	94
Na*	5,92	0,38	5,34	0,55	4,48	0,14	4,43	0,24	5,28	0,46
K*	3,44	0,72	5,14	1,08	4,69	0,23	4,89	0,42	5,25	0,79
Zn	19,13	0,68	16,21	1,14	14,66	1,64	13,04	0,69	14,44	0,49
Ca	1572	346	1542	232	1114	129	921	122	1218	114
Al	13,86	2,54	5,62	1,33	11,16	1,92	6,86	1,72	7,08	1,68
Fe	50,01	4,15	44,28	8,61	32,53	2,83	31,71	4,48	38,89	2,82
Ni	0,52	0,13	0,77	0,06	0,64	0,20	0,70	0,26	1,79	0,10
Mn	48,38	5,40	24,74	1,30	26,76	2,50	23,47	2,39	29,74	1,54
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	5,27	0,33	8,71	0,23	7,95	1,21	7,00	0,72	7,30	0,28
Cr	0,41	0,08	0,55	0,07	0,38	0,08	0,41	0,07	0,44	0,08
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,22	0,08	0,22	0,03	0,20	0,05	0,15	0,07	0,15	0,05
Sn	0,90	--	0,71	--	1,58	--	1,12	--	0,46	--
P	2788	147	2756	191	2671	162	2409	324	2715	386

\*a concentração deste elemento encontra-se em g/Kg



▪ Grão (Digestão seca)

Tabela 6.12: Valores médios de concentração dos minerais no grão após digestão seca, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

	A		I		E		C		B	
	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão
Mg	1074	55	897	19	971	70	911	56	866	41
Na*	6,28	0,39	5,29	0,03	5,05	0,33	5,18	0,26	5,12	0,14
K*	3,27	0,44	4,67	0,16	5,18	0,52	5,74	0,64	5,14	0,70
Zn	24,40	6,66	22,06	4,97	15,91	1,79	14,28	0,84	15,55	0,47
Ca	1733	482	1317	292	1671	418	1308	244	1176	162
Al	3,01	0,42	10,57	2,63	2,30	0,79	7,39	3,26	5,21	1,77
Fe	21,01	1,12	14,52	1,40	13,88	0,41	12,63	0,55	14,50	0,56
Ni	0,86	0,29	0,85	0,19	1,01	0,09	1,13	0,25	1,85	0,14
Mn	16,95	1,28	19,93	0,74	17,08	0,43	16,38	0,81	18,74	0,34
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	6,44	0,29	8,72	0,60	9,49	0,45	9,37	0,44	8,46	0,27
Cr	0,33	0,12	0,32	0,13	0,12	0,12	0,07	0,10	0,11	0,15
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,06	0,06	0,13	0,16	0,14	0,09	0,09	0,07	0,15	0,12
Sn	1,36	--	0,95	--	1,79	--	0,92	--	0,09	--
P	8633	425	7736	322	6775	810	7127	516	6585	456

\*a concentração deste elemento encontra-se em g/Kg

▪ Feijão (Digestão líquidos)

Tabela 6.13: Valores médios de concentração dos minerais nos líquidos de cobertura do feijão, em mg/L e respectivos desvios padrões.

	B		I		C		E		A	
	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão	Líquido	Desvio padrão
Mg	280	16	418	22	355	33	301	23	314	19
Na	1823	95	2032	127	1879	131	1982	102	2446	140
K	2114	135	3312	302	2697	132	2378	168	2333	163
Zn	4,77	0,23	4,82	0,26	4,37	0,51	3,62	0,23	2,36	0,14
Ca	179	21	262	40	254	70	183	23	168	31
Al	4,89	0,18	4,76	0,21	5,66	1,66	4,64	0,11	4,58	0,52
Fe	9,81	0,39	9,00	0,57	14,51	4,11	9,62	2,06	6,27	0,22
Ni	1,37	0,06	0,49	0,04	0,40	0,08	0,46	0,09	1,04	0,10
Mn	3,93	0,21	3,04	0,16	2,76	0,22	2,67	0,10	1,79	0,09
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,46	0,03	0,67	0,03	0,69	0,02	0,66	0,04	0,38	0,04
Cr	0,03	0,04	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,01
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,12	0,01	0,12	0,04	0,09	0,04	0,09	0,02	0,09	0,04
Sn	0,30	--	0,13	--	0,10	--	0,61	--	0,64	--
P	2422	165	2141	190	1941	167	1569	107	1766	88

▪ Feijão (Digestão húmida)

Tabela 6.14: Valores médios de concentração dos minerais no feijão após digestão húmida, em mg/Kg e respectivos desvios padrões.

	B		I		C		E		A	
	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão	Húmida	Desvio padrão
Mg	766	30	951	68	926	16	951	129	1030	39
Na*	5,42	1,19	7,06	0,30	7,21	0,69	4,17	0,52	7,27	0,77
K*	6,97	0,51	8,70	0,66	10,90	2,69	7,18	0,87	8,91	1,37
Zn	12,54	1,82	10,40	0,47	11,52	1,85	10,13	1,00	17,60	1,46
Ca	1179	137	1850	189	1911	468	2239	614	1369	138
Al	12,29	--	1,04	--	1,86	2,56	2,90	1,78	3,63	1,45
Fe	50,74	12,63	38,93	3,55	38,20	1,11	38,14	2,85	53,24	3,21
Ni	3,79	0,21	1,08	0,19	1,49	0,25	1,39	0,18	3,05	0,14
Mn	10,48	0,63	7,67	0,41	7,74	0,09	7,80	0,35	13,84	1,35
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	7,17	0,37	5,64	0,56	6,58	0,50	6,14	0,45	7,13	0,71
Cr	0,32	--	0,62	--	0,75	--	0,33	--	1,09	--
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,24	0,06	0,33	0,10	0,29	0,10	0,43	0,11	0,26	0,07
Sn	1,47	--	1,02	--	1,46	--	1,57	--	1,20	--
P	2369	88	2577	381	4373	1186	4546	345	5982	206

\*a concentração deste elemento encontra-se em g/Kg

▪ Feijão (Digestão seca)

Tabela 6.15: Valores médios de concentração dos minerais no feijão após digestão seca, em mg/kg e respectivos desvios padrões.

	B		I		C		E		A	
	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão	Seca	Desvio padrão
Mg	614	23	808	16	1029	48	861	12	1009	181
Na*	6,99	1,89	5,43	1,05	6,31	1,19	6,29	1,02	8,42	1,08
K*	7,01	0,87	8,56	0,62	8,39	0,29	6,72	0,21	7,74	1,10
Zn	12,48	0,66	11,82	0,12	12,63	2,09	10,28	0,16	18,89	2,36
Ca	1219	29	2067	303	2035	439	2177	209	1505	324
Al	21,41	12,45	11,59	2,87	11,47	6,08	15,78	11,26	4,96	2,82
Fe	47,47	13,03	43,75	7,97	36,76	4,47	43,71	11,95	45,71	2,40
Ni	3,30	0,55	1,46	0,19	1,22	0,26	1,61	0,44	3,11	0,26
Mn	5,77	0,07	8,35	1,13	5,49	0,15	5,58	0,09	9,10	1,26
Pb	0,29	0,15	0,17	0,12	0,01	0,02	0,00	0,00	0,09	0,11
Cu	8,76	1,14	7,63	0,43	7,88	0,59	7,93	0,89	9,99	1,04
Cr	0,86	0,49	1,44	1,23	0,36	0,21	0,52	0,46	0,17	0,17
Cd	0,000	0,000	0,003	0,006	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
Co	0,27	0,06	0,11	0,08	0,17	0,12	0,18	0,07	0,16	0,13
Sn	1,11	--	0,42	--	0,00	--	1,16	--	0,39	--
P	9952	2714	10622	2561	17746	1471	13002	2341	23090	2676

\*a concentração deste elemento encontra-se em g/K.

## 6.2 Amostras



Figura 6.1: Ervilhas e líquido de cobertura.



Figura 6.2: Tomate e líquido de cobertura.



Figura 6.3: Milho e líquido de cobertura.



Figura 6.4: Grão e líquido de cobertura.



Figura 6.5: Feijão e líquido de cobertura.